

## BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 06 OCT 2003

WIPO PCT

10/524226

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 50 476.8

**Anmeldetag:** 30. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Leonhard Kurz GmbH & Co KG, Fürth, Bay/DE

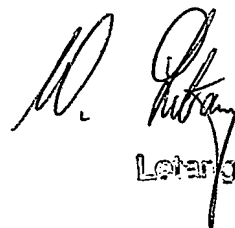
**Bezeichnung:** Laserunterstütztes Replizierverfahren

**IPC:** B 29 C 59/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

  
Letang



P/43899-DE MN

Leonhard Kurz GmbH & Co. KG, Schwabacher Straße 482, 90763 Fürth

**Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung einer Markierung auf einem Substrat. Derart markierte Substrate werden auf Dokumente wie z.B. Kreditkarten, Personalausweisen oder Geldscheinen als Sicherheitsmerkmale zum Schutz gegen Fälschung aufgebracht. Ausführungen dieser Sicherheitsmerkmale weisen diffraktive oder holographische Strukturen auf. Die Erzeugung der Markierungen wird durch Abformung von einer Matrize durchgeführt. Eine Änderung der Ausgestaltung der Markierung ist durch zeitaufwendiges Wechseln der Matrize möglich. Die neue Vorrichtung und das neue Verfahren sollen die Herstellung von individualisierten Markierungen auf einem Substrat mit geringem apparativen Aufwand erlauben.

Die neue Vorrichtung weist eine als Replizierwalze ausgebildete Repliziervorrichtung (41) mit einer Replizieroberfläche, eine eine Strahlung (30) erzeugende Einrichtung und eine Gegendruckvorrichtung (42) mit einer Gegendruckfläche auf, wobei ein Substrat (43) zwischen der Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung (41) und der Gegendruckfläche der Gegendruckvorrichtung (42) derart angeordnet ist, so dass in einem Kontaktbereich (53) zwischen der Replizieroberfläche und dem Substrat (43) ein Abformbereich der Replizieroberfläche auf das Substrat (43) abgeformt wird.

(Fig. 1a)

# Zusammenfassungszeichnung =====

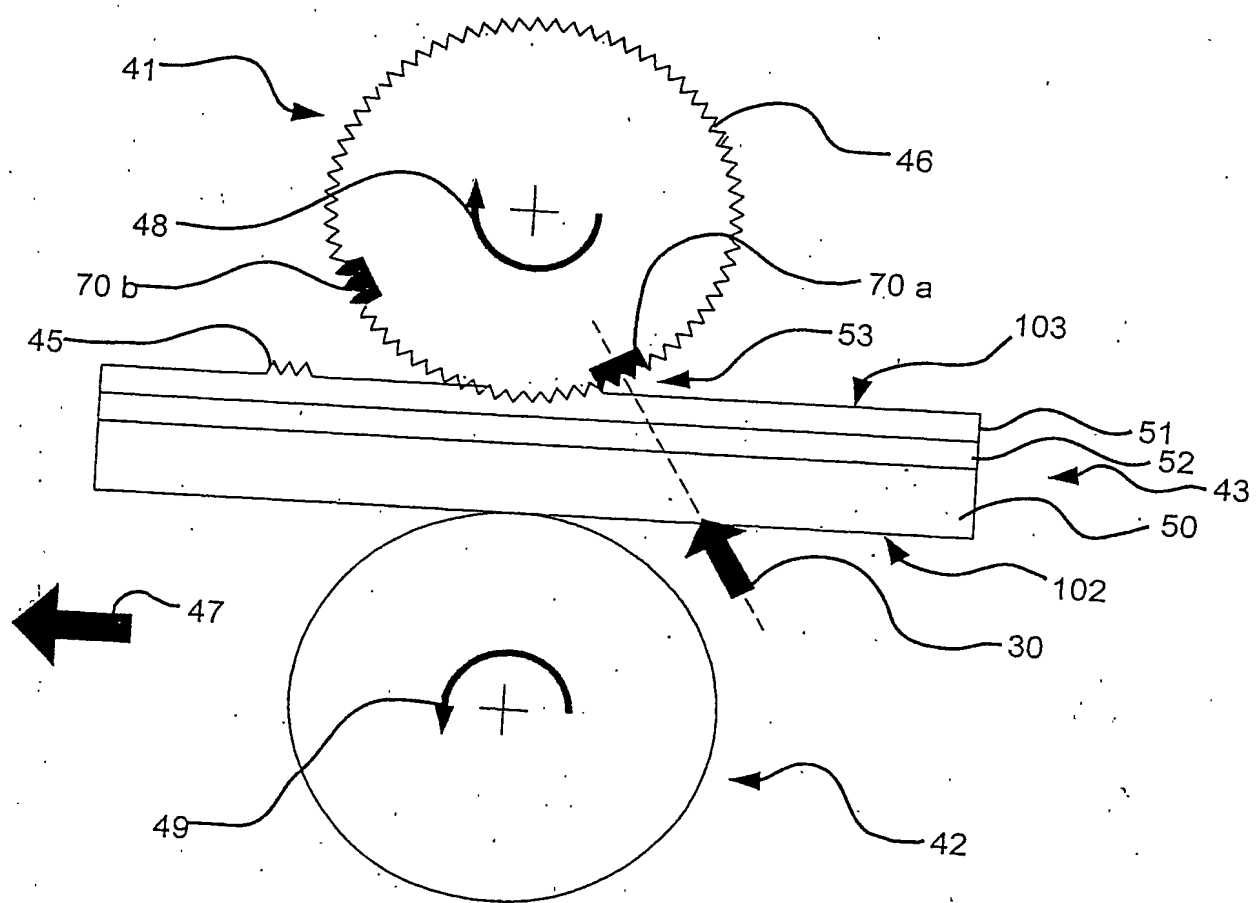


Fig. 1a

P/43899-DE MN

Leonhard Kurz GmbH & Co. KG, Schwabacher Straße 482, 90763 Fürth

### Laserunterstütztes Replizierverfahren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Markierung, z.B. Ziffern, Buchstaben, Flächenmuster, Flächenbilder oder Dekor, auf einem Substrat, vorzugsweise einer Folie, insbesondere Transferfolie, wobei von einer steuerbaren Energiequelle Energie in Form von Strahlung, vorzugsweise Laserstrahlung, in eine Replizieroberfläche einer Repliziervorrichtung zur Ausbildung von mindestens einem Abformbereich eingebracht wird und wobei der Abformbereich der Replizieroberfläche auf das Substrat abgeformt wird, indem die Repliziervorrichtung das Substrat unter Druck kontaktiert,

sowie

eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Markierung, z.B. Ziffern, Buchstaben, Flächenmuster, Flächenbilder oder Dekor, auf einem Substrat, vorzugsweise einer Folie, insbesondere Transferfolie, mit einer Repliziervorrichtung, die eine Replizieroberfläche aufweist, mit einer eine Strahlung erzeugenden Einrichtung, vorzugsweise einer Laseranlage, wobei die Strahlung zur Ausbildung von mindestens einem Abformbereich auf mindestens einen Abschnitt der Replizieroberfläche gerichtet ist, und mit einer Gegendruckvorrichtung, die eine Gegendruckfläche aufweist, wobei das Substrat zwischen der Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung und der Gegendruckfläche der Gegendruckvorrichtung angeordnet ist, um in einem Kontaktbereich zwischen der Replizieroberfläche und dem Substrat den Abformbereich auf das Substrat abzuformen.

Der Schutz von Dokumenten durch Sicherheitsmerkmale ist bei zum Beispiel Kreditkarten, Personalausweisen oder Geldscheinen mittlerweile Standard geworden. Die Fälschungssicherheit dieser Merkmale beruht darauf, dass für deren Fertigung ein hohes Spezialwissen und eine umfangreiche apparative Ausstattung notwendig ist. Ein besonders erfolgreiches und schwer nachzuahmendes Sicherheitsmerkmal ist ein Optical Variable Device. Ausführungen dieses Sicherheitsmerkmals weisen diffraktive oder holographische Strukturen auf, die bei Änderung des Lichteinfalls- oder Betrachtungswinkels während der visuellen Überprüfung der Echtheit des Sicherheitskennzeichens zu einem optischen Effekt, wie zum Beispiel einem Farbwechsel, einem Motivwechsel oder zu einer Kombination von beidem führen. Das Sicherheitsmerkmal kann somit ohne weitere technische Hilfsmittel auf seine Echtheit überprüft werden. Wesentlicher Bestandteil dieser Sicherheitselemente ist eine meist thermoplastische oder UV - aushärtbare Schicht, in die die diffraktive oder holographische Struktur in Form eines Oberflächenreliefs eingeprägt wird. Diese Schicht kann Teil einer Transferfolie sein, wobei das Sicherheitselement zuerst gefertigt wird und danach auf das zu sichernde Dokument übertragen wird. Diese Schicht kann auch als eine zusätzliche Schicht direkt auf dem zu sichernden Gegenstand ausgebildet sein. Zur Übertragung des Oberflächenreliefs von einer Matrize auf die thermoplastische Schicht werden rotierende Prägezyylinder, wie sie zum Beispiel in der EP 0419773 beschrieben sind, oder Prägestempel, wie sie zum Beispiel in der DE 2555214 offenbart sind, verwendet. Die Herstellung der Matrize ist aufgrund der feinen diffraktiven oder holographischen Strukturen technisch sehr anspruchsvoll und zudem kostenintensiv. Zur Herstellung der Matrizen werden zunächst Vorlagen, auch Master genannt, zum Beispiel durch interferierende Laserstrahlen und Ätzverfahren oder durch Elektronenstrahlschreiben gefertigt, die dann meist galvanisch abgeformt werden.

Für eine erhöhte Fälschungssicherheit ist es bei den bekannten Verfahren angestrebt, dass nicht auf jedem Dokument das gleiche Sicherheitsmerkmal aufgebracht wird, sondern dass die Sicherheitsmerkmale auf das jeweilige Dokument oder auf die Identität des Inhabers des Dokuments angepasst, also individualisiert werden. Bei den oben genannten Verfahren treten hierbei zwei Schwierigkeiten auf:

Zum einen müssten eine Vielzahl von individualisierten Mastern hergestellt werden, was sehr kostenintensiv ist, zum zweiten müssten in den Repliziervorrichtungen die Matrizen jeweils ausgetauscht werden, was zu sehr langen Rüstzeiten führen würde.

Als Alternativen sind Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die nur Teilbereiche einer Matrize abformen, um individualisierte Sicherheitskennzeichen zu erzeugen.

In der CH 594495 ist ein Verfahren zum Prägen eines Reliefmusters in einen thermoplastischen Informationsträger beschrieben, wobei selektiv nur Teilbereiche der Matrize in die thermoplastische Schicht abgeformt werden. Verfahrenstechnisch werden diese Abformbereiche dadurch selektiert, dass entweder diese Bereiche durch stromdurchflossene Heizbänder erwärmt oder dass durch eine Gegendruckeinrichtung, die höhenverstellbare Teilbereiche aufweist, nur die selektierten Abformbereiche auf das Substrat gedrückt werden. Eine hohe örtliche Auflösung bei der Selektion der Abformbereiche ist mit diesem Verfahren nicht zu erwarten, da durch die Wärmeleitung während der langen Aufheiz- und Abkühlphase der Heizbänder die Grenzen der Abformbereiche nur ungenau bestimmt werden können bzw. die Abmessungen der Abformbereiche durch die Abmessungen der Bänder oder die Abmessungen der höhenverstellbaren Teilbereiche festgelegt ist. Dieses Verfahren ist folglich dadurch begrenzt, dass es eine geringe örtliche Auflösung aufweist.

In der EP 0169326 sind eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Markierung auf einem Substrat sowie das dazu entsprechende Verfahren beschrieben. Die Vorrichtung weist eine Repliziervorrichtung in Form einer ungeheizten Prägematrize, und eine Druckplatte, die als Gegendruckvorrichtung ausgebildet ist, auf. Die Prägematrize hat eine Replizieroberfläche, die mit abzuformenden Mikrostrukturen strukturiert ist. Die Vorrichtung weist eine Laseranordnung auf, die einen Laserstrahl erzeugt, der durch die Gegendruckeinrichtung auf das Substrat gerichtet wird. Bei dem bekannten Verfahren wird zunächst durch den Prägestempel das Substrat auf die Druckplatte gepresst. Durch die Absorption des direkt im Prägebereich auf das Substrat einfallenden Laserstrahls wird das Substrat selektiv örtlich erwärmt und auf eine Temperatur gebracht, in der es dauerhaft verbleibend verformt werden kann. Durch Positionierung des Laserstrahls können so selektiv Abformbereiche ausgewählt und übertragen werden.

Es wirkt sich bei diesem Verfahren und dieser Vorrichtung einschränkend aus, dass die Repliziervorrichtung als Prägestempel ausgebildet ist. Dadurch ist dieses Verfahren auf eine getaktete Bearbeitung begrenzt, was einer hohen Produktivität entgegensteht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die die Herstellung von vorzugsweise individualisierten Markierungen auf einem Substrat, vorzugsweise einer Folie, mit geringem apparativem Aufwand erlauben.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und der Vorrichtung gemäß Patentanspruch 11.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Markierung auf einem Substrat, vorzugsweise einer Folie, insbesondere einer Transferfolie, erzeugt, wobei unter Verwendung einer zusätzlichen steuerbaren Energiequelle die Replizieroberfläche zumindest in einem Teilbereich temperiert wird, wobei in die Replizieroberfläche ein Energieeintrag durch Strahlung der Strahlungsquelle und ein Energieeintrag der zusätzlichen steuerbaren Energiequelle eingebracht wird, so dass mindestens ein Abschnitt der Replizieroberfläche als Wärmekombinationsbereich ausgebildet wird, so dass der Abformbereich auf das Substrat abgeformt wird, wobei der als Wärmekombinationsbereich ausgebildete Abschnitt der Replizieroberfläche oder ein zu dem Wärmekombinationsbereich komplementärer Abschnitt der Replizieroberfläche den Abformbereich bildet.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst die Repliziervorrichtung mit einer zusätzlichen Energiequelle erwärmt, so dass Bereiche oder zumindest Teilbereiche der strukturierten Replizieroberfläche der Matrize eine erste Temperatur aufweisen.

Dann wird die Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung mit Strahlung belichtet, so dass ein Teil der Strahlung von der Replizieroberfläche absorbiert wird und ein Energieeintrag in die Replizieroberfläche erfolgt.

Durch das Zusammenwirken der Erwärmung der Repliziervorrichtung durch die zusätzliche Energiequelle und die selektive Erwärmung durch die Strahlung entstehen auf der Replizieroberfläche Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturen, insbesondere mindestens zwei unterschiedlich temperierte Bereiche. Ein Teil der Bereiche weist vorzugsweise die erste Temperatur auf, ein anderer Teil der Bereiche weist vorzugsweise eine zweite Temperatur auf, die durch den zusätzlichen Energieeintrag durch die Strahlung erreicht wird. Die Bereiche mit der zweiten Temperatur kann man aufgrund ihrer Entstehung als Wärmekombinationsbereiche bezeichnen.

Der Prozess kann so geführt werden, dass entweder die erste Temperatur oder die zweite Temperatur der Arbeitstemperatur des Abformvorgangs entspricht, so dass bei einer Abformung entweder die Teilbereiche mit der ersten Temperatur oder die Teilbereiche mit der zweiten Temperatur auf das Substrat dauerhaft verbleibend abgeformt werden.

Die individualisierte Markierung besteht vorzugsweise aus den Abformungen der Teilbereiche der Replizieroberfläche, die durch die vorgehend beschriebene Temperaturführung für eine Abformung selektiert wurden. Die Individualisierung der Markierung, d.h. die Änderung der Auswahl der abgeformten Bereiche, kann somit durch eine Änderung der Temperaturverteilung auf der Replizieroberfläche erfolgen. Eine derartige Änderung kann über die Steuerung der die Strahlung erzeugenden Einrichtung, z. B. der Laseranlage, bzw. der entsprechenden Strahlführungs- und Strahlformungseinrichtungen durchgeführt werden.

In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens liegt die erste Temperatur in einem Plastiktemperaturbereich  $T_{\text{plast}}$  für das jeweilige Substrat und die zweite Temperatur in einem Fließtemperaturbereich  $T_{\text{fliess}}$  für das jeweilige Substrat, wobei der Fließtemperaturbereich oberhalb des Plastiktemperaturbereichs liegt. Vorzugsweise beträgt die erste Temperatur mindestens  $100^{\circ}\text{C}$ , insbesondere mindestens  $170^{\circ}\text{C}$ .

Die Plastiktemperatur ist die substratspezifische Temperatur, bei der eine Abformung zu einer dauerhaft verbleibenden Markierung in dem Substrat führt. Der Plastiktemperaturbereich erstreckt sich vorzugsweise zwischen  $\pm 2\%$  dieser



substratspezifischen Temperatur. Ein typischer derartiger Temperaturbereich wäre beispielsweise  $180^{\circ}\text{C} \pm 3,6^{\circ}\text{C}$ .

Wird die Repliziervorrichtung mit dem Substrat unter Druck kontaktiert während in einem Teilbereich eine Temperatur vorliegt, die sich im Plastiktemperaturbereich befindet, so wird die strukturierte Replizieroberfläche von diesem Teilbereich dauerhaft verbleibend auf das Substrat abgeformt.

Wenn die Temperatur innerhalb eines Fließtemperaturbereichs liegt, wird nach Trennung der Matrize von dem Substrat das verformte Material des Substrats anfangen zu fließen. Dadurch werden die in das Substrat abgeformten Oberflächenstrukturierungen geglättet, so dass diese nicht als optisch aktive Strukturen auf dem Substrat erhalten bleiben.

Bei dieser Ausführung des Verfahrens werden die Teilbereiche auf das Substrat abgeformt, die auf Plastiktemperatur temperiert worden sind und die keinen zusätzlichen Wärmeeintrag durch die Strahlung erhalten haben. Durch die Strahlung kann eine Negativ-Selektion von Teilbereichen durchgeführt werden.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführung des Verfahrens liegt die erste Temperatur in einem Elastiktemperaturbereich  $T_{\text{elast}}$  für das jeweilige Substrat und die zweite Temperatur in einem Plastiktemperaturbereich  $T_{\text{plast}}$  für das jeweilige Substrat, wobei der Elastiktemperaturbereich unterhalb des Plastiktemperaturbereichs liegt. Vorzugsweise beträgt die zweite Temperatur mindestens  $100^{\circ}\text{C}$ , insbesondere mindestens  $170^{\circ}\text{C}$ .

Wird die Repliziervorrichtung mit dem Substrat unter Druck kontaktiert während in einem Teilbereich eine Temperatur vorliegt, die sich im Plastiktemperaturbereich befindet, so wird die strukturierte Replizieroberfläche von diesem Teilbereich dauerhaft verbleibend auf das Substrat abgeformt.

Die Teilbereiche, deren Temperatur sich im Elastiktemperaturbereich befinden, bewirken nur eine elastische Verformung des Substrats. Nach Trennung der Repliziervorrichtung von dem Substrat federn die eingebrachten Oberflächenstrukturen elastisch zurück und das Substrat nimmt in etwa seine ursprüngliche Oberflächenform wieder an. Es verbleiben keine optisch aktiven Strukturen auf dem Substrat.

Bei dieser Ausführung des Verfahrens werden also selektiv die Wärmekombinationsbereiche übertragen. Der zusätzliche Wärmeeintrag durch die Strahlung stellt also eine Positiv-Selektion von Teilbereichen dar.

Das Substrat kann aus mehreren Schichten aufgebaut sein. Bei den angegebenen Temperaturen oder den angegebenen Temperaturbereichen des Substrats handelt es sich insbesondere um Temperaturen oder Temperaturbereiche einer thermoplastischen Schicht, die Bestandteil des Substrats ist. Weitere Schichten des Substrats, z.B. die Trägerschicht des Substrats, können eine andere Temperatur aufweisen.

Bei vorteilhafter Weiterbildung des Verfahrens ist die Repliziervorrichtung als Replizierwalze ausgebildet, wobei die Einbringung der Strahlung in die Replizierwalze an einer ersten Winkelposition der Replizierwalze und der Kontakt der Replizierwalze mit dem Substrat an einer zweiten Winkelposition erfolgt. Der Zwischenwinkel zwischen erster und zweiter Winkelposition in Drehrichtung der Replizierwalze ist so gering ausgebildet, dass der durch die Strahlung in der ersten Winkelposition erzeugte Wärmekombinationsbereich nach Drehung der Replizierwalze in der zweiten Winkelposition noch scharfe Konturen aufweist. Dies ist beispielsweise gegeben, wenn die durch Wärmeleitung entstandene Unschärfe des latenten Wärmebilds kleiner als die reziproke, angestrebte Auflösung des Replizierverfahrens ist. Als Maß für die Unschärfe kann die Definition des Unschärfekreises aus der geometrischen Optik herangezogen werden.

Im Grenzfall kann dieser Zwischenwinkel im Bereich von  $0^\circ$  sein, so dass die beiden Winkelpositionen überlappend angeordnet sind.

Ferner wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 11 gelöst, wobei die Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung auf einer Außenseite einer Replizierwalze ausgebildet ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zum Aufbringen oder Erzeugen einer Markierung auf einem Substrat. Die Markierung weist eine vorzugsweise diffraktiv oder holographisch wirkende Oberflächenstrukturierung oder eine vorzugsweise diffus oder gerichtet streuende Mattstruktur auf, die mittels Replizierverfahren in eine thermoplastische Schicht eines Substrats, insbesondere eines Körpers, eingebracht wird. Das Substrat kann weitere Schichten mit verschiedenen Schichtmaterialien sowie eine Trägerschicht aufweisen. Die

Markierung kann als Figur, Ziffer, Zeichen, Flächenmuster, Flächenbild, Schriftzug, Nummerierung, Sicherheitskennzeichen oder in einer anderen beliebigen Form ausgebildet sein.

Die Markierung kann mittels einer Repliziervorrichtung mit einer Replizieroberfläche, die Oberflächenstrukturierungen aufweist, in das Substrat eingebracht werden. Die Repliziervorrichtung kann als Replizierwalze mit einer zumindest abschnittsweise zylinderförmigen Form und um ihre koaxial verlaufende Drehachse drehbar ausgeführt sein. Die Zylinderoberfläche kann, insbesondere der Zylindermantel, als Replizieroberfläche ausgebildet sein.

Das Substrat ist zwischen der Replizierwalze und einer Gegendruckvorrichtung unter Ausbildung eines Kontaktbereichs angeordnet.

Die Gegendruckvorrichtung, die z.B. als Gegendruckplatte oder Gegendruckwalze ausgeführt sein kann, weist eine Gegendruckfläche auf, auf der zumindest im Kontaktbereich das Substrat abgestützt wird, so dass die Replizierwalze mit dem Substrat im Kontaktbereich unter Druck zusammenwirken kann.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können durch die Strahlung gezielt Teilbereiche einer Prägematrize für die Abformung ausgewählt und so die aus den Abformungen der Teilbereiche gebildeten Markierungen individualisiert ausgestaltet werden. Besonders vorteilhaft ist hierbei, dass die individualisierte Kennzeichnung in Form der Auswahl der Bereiche zusammen mit einem Sicherheitsmerkmal, nämlich z. B. den diffraktiven Bereichen, durch einen gemeinsamen Repliziervorgang übertragen werden. Weiterhin erlaubt die erfindungsgemäße Vorrichtung durch die stetige, nicht-getaktete Arbeitsweise eine wirtschaftliche Produktion.

Die Vorrichtung ist vorteilhaft weitergebildet, wenn die Strahlung durch die Gegendruckvorrichtung zugeführt ist. Dabei transmittiert die Strahlung die Gegendruckvorrichtung oder Teile der Gegendruckvorrichtung, bevor die Strahlung zur Ausbildung der Abformbereiche auf die Replizieroberfläche auftrifft.

Die Gegendruckvorrichtung kann bei dieser Weiterbildung der Vorrichtung auch transparent ausgebildet sein. Die Gegendruckvorrichtung oder Teile der Gegendruckvorrichtung, insbesondere die zu der Gegendruckfläche zugehörigen Abschnitte, können Auslassungen und/oder für die Strahlung transparente Einsätze aufweisen und/oder aus einem für die Strahlung transparenten Material bestehen.

In abgewandelten Ausführungsformen ist die Gegendruckvorrichtung als Gegendruckwalze verwirklicht. Die Gegendruckwalze ist dabei vorzugsweise zylinderförmig ausgeführt, wobei die Zylinderoberfläche als Gegendruckfläche ausgebildet ist. Insbesondere ist die Gegendruckwalze um ihre koaxial verlaufende Drehachse drehbar gelagert.

Die Zuführung der Strahlung kann, wenn die Gegendruckvorrichtung als Gegendruckwalze ausgebildet ist, beispielsweise auf die nachfolgenden verschiedenen Arten erfolgen:

Bei einer ersten Art kann die Strahlung außerhalb der Gegendruckwalze verlaufend angeordnet sein und das Substrat mit einer vorzugsweise winklig zur Rück- und/oder Vorderseite des Substrats ausgerichteten Strahlausbreitungsrichtung transmittieren und nachfolgend auf die Replizieroberfläche auftreffen.

Bei einer zweiten Art kann die Strahlung die Gegendruckwalze entlang der gesamten radialen Erstreckung der Gegendruckwalze transmittieren, wobei die Strahlung in einem dem Kontaktbereich abgewandten Bereich der Gegendruckwalze durch die Gegendruckfläche eintritt und im Kontaktbereich durch die Gegendruckfläche wieder austritt. Im weiteren Verlauf kann die Strahlung das Substrat mit vorzugsweise rechtwinklig zur Rück- und/oder Vorderseite des Substrats ausgerichteter Strahlausbreitungsrichtung transmittieren und auf der Replizierwalze vorzugsweise im Kontaktbereich auftreffen.

Bei einer dritten Art, wenn die Gegendruckwalze als Hohlkörper, vorzugsweise als Hohlzylinder, ausgebildet ist, kann die Strahlung auch ausgehend von dem Hohlraum im Hohlkörper durch eine Wand des Hohlkörpers, insbesondere durch die Zylinderwand, transmittieren, so dass die Strahlung vorzugsweise im Kontaktbereich durch die Gegendruckfläche austritt. Im weiteren Verlauf kann die Strahlung das Substrat mit

vorzugsweise rechtwinklig zur Rück- und/oder Vorderseite des Substrats ausgerichteter Strahlausbreitungsrichtung transmittieren und auf der Replizierwalze vorzugsweise im Kontaktbereich auftreffen.

Die Vorrichtung ist insbesondere für die letzte Ausführung vorteilhaft weitergebildet, wenn innerhalb der Gegendruckvorrichtung eine Strahlung erzeugende Einheit, vorzugsweise eine Laseranlage, oder Teile davon oder eine Strahlumlenkeinheit vorgesehen ist.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung oder des Verfahrens wird der Replizieroberfläche die Strahlung zur Ausbildung der Abformbereiche durch das Substrat zugeführt. Die Strahlung tritt auf einer Rückfläche des Substrats ein und auf einer gegenüberliegenden Vorderfläche des Substrats wieder aus und trifft nachfolgend auf die Replizieroberfläche auf. Das Substrat ist für die Strahlung vorzugsweise transparent ausgebildet. In abgewandelten Ausführungsformen kann das Substrat die Strahlung in einer oder mehreren Schichten teilweise oder nahezu vollständig absorbieren. Die Ausbreitungsrichtung der Strahlung innerhalb des Substrats kann senkrecht zur Vorderseite und/oder der Rückseite des Substrats ausgerichtet sein. In Abwandlungen wird das Substrat schräg durchstrahlt, wobei die Ausbreitungsrichtung der Strahlung innerhalb des Substrats winklig, insbesondere mit einem Winkel zwischen  $60^\circ$  und  $90^\circ$ , gegenüber der Vorderseite und/oder Rückseite des Substrats ausgerichtet ist.

Die Vorrichtung ist vorteilhaft weitergebildet, wenn eine Kühlvorrichtung zur Kühlung der Replizieroberfläche vorgesehen ist, durch die insbesondere ein eingebrachtes latentes Wärmebild gelöscht oder irgendwie modifiziert werden kann.

Die Kühlvorrichtung kann als Gebläse ausgebildet sein, wobei ein von dem Gebläse erzeugter Luftstrom auf die Replizieroberfläche gerichtet ist und diese kühlt. Eine ähnliche Funktion kann eine Gasstrom-Kühlung erfüllen, wobei bei dieser Ausführung ein Gasstrom, vorzugsweise ein Edelgas- oder Stickstoffgasstrom, auf die Replizieroberfläche auftrifft und diese ebenfalls kühlt.

In weiteren Ausbildungen kann die Kühlvorrichtung als Kühlwalze verwirklicht sein, die parallel versetzt zur Replizierwalze angeordnet ist und diese entlang einer linienförmigen

Fläche kontaktiert. Durch den thermischen Kontakt zwischen Replizierwalze und Kühlwalze erfolgt eine Wärmeableitung und somit die Kühlung der Replizierwalze.

Die Kühlvorrichtung ist bei der Verwendung einer Replizierwalze vorzugsweise so angeordnet, dass sie auf die Replizieroberfläche in einem Bereich wirkt, der in Drehrichtung der Replizierwalze zwischen dem Kontaktbereich von Repliziervorrichtung und Substrat und dem Auftreffpunkt der Strahlung auf die Replizieroberfläche liegt.

Bei einer weiteren Ausführung der Vorrichtung ist die Strahlung erzeugende Einrichtung als Laseranlage ausgebildet. Diese Laseranlage kann zweckmäßigerweise über ein Scannersystem und/oder ein Maskenprojektionssystem verfügen. Für den Einsatz eines Scannersystems wird der Laserstrahl derart geformt, dass der Durchmesser des Laserflecks beim Auftreffen auf der Repliziervorrichtung vorzugsweise in einem Bereich zwischen 0,05 mm und 2,0 mm liegt. Dieser Laserfleck kann durch das Scannersystem sequentiell schreibend über die Repliziervorrichtung geführt werden. Bei dem Scannersystem kann es sich hierbei um ein System mit Ablenkvorrichtungen, z.B. Ablenkspiegel, oder ein System mit fliegender Optik handeln. Die Position des Laserflecks auf der Repliziervorrichtung kann vom Anwender durch eine Steuerung, vorzugsweise eine Bahnsteuerung, verändert werden, so dass flexibel verschiedene geometrische Formen, Bilder, Buchstaben und Zahlen auf die Repliziervorrichtung mit dem Laserfleck geschrieben werden können. Die Repliziervorrichtung kann in anderen Ausführungsformen durch ein Maskenprojektionssystem flächig belichtet werden. Hierbei kann die Strahlformung derart ausgebildet sein, dass eine Maske, beispielsweise durch einen 4f-Aufbau, derart auf die Repliziervorrichtung abgebildet wird, dass die Form des Laserflecks der Form der Auslassungen in der Maske entspricht. Die Maske kann hierbei eine starre Maske sein oder aber eine Matrixanordnung aus Elementen, die gesteuert den Laserstrahl transmittieren oder extinktieren, bei denen es sich beispielsweise um bewegliche Spiegel oder Flüssigkristallelemente handeln kann.

Es liegt eine vorteilhafte Ausbildung vor, wenn eine Steuerungseinrichtung, insbesondere eine frei programmierbare Steuerungseinrichtung, vorgesehen ist, die vorzugsweise durch Ansteuerung der Strahlung erzeugenden Einrichtung die Auswahl der Bestrahlungsbereiche steuert.

Bei dieser vorteilhaften Weiterbildung werden die Muster der Markierungen als vorzugsweise digitale Informationen, z.B. als Datei, bereitgestellt, die durch Bildverarbeitungsprogramme, durch computerunterstützte Verfahren oder ähnliches erzeugt wurden. Diese Informationen werden von der Steuerungseinrichtung insbesondere durch Ansteuerung der Laseranlage in eine zeitabhängige Änderung der Flächenleistungsdichte der auf die Repliziervorrichtung auftreffenden Strahlung umgesetzt. Durch die gesteuerte Auswahl der Bestrahlungsbereiche werden die Abformbereiche und damit das Muster der Markierung bestimmt.

Die Ansteuerung von Leistung, Strahlrichtung und/oder Flächenleistungsdichte des Laserstrahls ermöglicht mehrere Betriebsarten des Laserstrahls.

In einer ersten Betriebsart wird der Laserstrahl in Steuersequenzen ein- und ausgeschaltet, sodass voneinander abgesetzte Markierungen auf dem Substrat erzeugt werden. Die Ausgestaltung dieser verschiedenen Markierungen kann jeweils gleich sein oder sich von Markierung zu Markierung durch individualisierte Merkmale, z. B. durch eine fortlaufende Nummerierung, unterscheiden.

In einer zweiten Betriebsart des Laserstrahls wird der Laserstrahl kontinuierlich eingeschaltet und der Auftreffpunkt des Laserstrahls wird auf der Replizierwalze bewegt. Die Bewegung des Auftreffpunkts erfolgt mit- oder gegenlaufend zur Replizierwalze sowie parallel zur axialen Erstreckung der Replizierwalze. Die Bewegung wird durch ein paralleles Verschieben des Laserstrahls zu sich selbst oder durch eine Winkelauslenkung des Laserstrahls bewirkt.

In dieser Betriebsart kann eine Markierung mit einem sich in Vorschubrichtung des Substrats variierendem Muster gebildet werden. Vor allem erlaubt diese Betriebsart, dass Steuersequenzen von Bewegungen des Laserstrahls zur Erzeugung einer einzelnen Markierung über mehrere Drehungen der Replizierwalze, also über mehrere Arbeitszyklen, hinweg erfolgen können. Beispielsweise ist es dadurch möglich auf dem Substrat einen beliebig langen Schriftzug in Vorschubrichtung zu erzeugen.

Bei einer Abwandlung dieser Betriebsart wird der Laserstrahl kontinuierlich eingeschaltet und es erfolgt eine zeitabhängige Änderung des Strahlprofils des Laserstrahls.

Eine Kombination der oben genannten Betriebsarten ist ebenfalls möglich.

Die Vorrichtung ist zweckmäßig weitergebildet, wenn die Replizieroberfläche mit einem Oberflächenrelief strukturiert ist. Dieses Oberflächenrelief ist das Negativ für die Strukturen, die im Abformvorgang auf das Substrat übertragen werden. Die Replizieroberfläche kann teilweise oder vollständig strukturiert sein. Die Tiefe des Oberflächenreliefs beträgt vorzugsweise zwischen nahezu 0 und 20  $\mu\text{m}$ , insbesondere zwischen 0,1 und 0,5  $\mu\text{m}$ . Das Oberflächenrelief kann, insbesondere zur Bildung einer diffraktiven oder holographischen Struktur auf dem Substrat, in Teilbereichen oder vollflächig gitterförmig ausgebildet sein. Der Gitterabstand, also die Spatialfrequenz, beträgt vorzugsweise zwischen 4000 Linien pro mm und 10 Linien pro mm, insbesondere 1000 Linien pro mm. Die Replizieroberfläche kann auch in Teilbereiche unterteilt sein, deren Abmessungen vorzugsweise kleiner als 0,3 mm sind, und die sich voneinander durch die Spatialfrequenz, die Gitterorientierung, Gitterart oder andere Parameter unterscheiden.

Diese Teilbereiche können in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung periodisch wiederholend, insbesondere alternierend, angeordnet sein. Mögliche Ausführungsformen sind, dass jeweils eine Anordnung von verschiedenen Teilbereichen, also z.B. eine Anordnung von zwei bis sechs, vorzugsweise drei Teilbereichen, eine Bildpunkteinheit bildet. Eine Vielzahl von Bildpunkteinheiten können zur Bildung eines Flächenbilds angeordnet sein. Vorzugsweise repräsentieren die beispielhaft genannten drei Teilbereiche durch ihren Gitteraufbau die drei Grundfarben. Diese Bildpunkteinheit oder auch die Teilbereiche können auf der Replizieroberfläche regelmäßig oder periodisch wiederholend, z.B. gitterförmig oder alternierend, angeordnet sein.

Das Oberflächenrelief kann auch, insbesondere zur Erzeugung einer Mattstruktur auf dem Substrat, mit Oberflächenstrukturen versehen sein, die eine stochastische oder quasi-stochastische Verteilung aufweisen. Eine Mattstruktur auf einem Substrat ruft als besondere optische Wirkung eine diffuse Streuung des auf das Substrat einfallenden Lichtes hervor. Für die Erzeugung einer Mattstruktur weist das Oberflächenrelief Oberflächenstrukturen, z.B. Riefen, Rillen, Krater, Löcher etc. auf, deren jeweilige Formen und/oder Ausrichtungen jeweils gleichartig oder beliebig ausgebildet und die auf der Replizieroberfläche gleichmäßig, stochastisch oder quasi-stochastisch verteilt sein können.



Beispielsweise kann das Oberflächenrelief mit einer Struktur ähnlich zu einer gebürsteten Oberfläche ausgeführt sein.

Die Repliziervorrichtung weist in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eine Druckmatrize aus Metallfolie, insbesondere aus Nickel oder aus einer Nickelverbindung, auf. Durch den Einsatz von Metallfolien aus Nickel bzw. aus Nickelverbindungen wird das galvanische Abformen einer diffraktiven Struktur eines Masters erleichtert. Alternativ zu diesen Werkstoffen kann auch ein Werkstoff eingesetzt werden, der für die Wellenlänge der verwendeten Laserstrahlung eine besonders hohe Absorption, insbesondere eine höhere Absorption als Nickel, aufweist. Vorteilhaft bei dieser Ausgestaltung ist, dass die benötigte eingestrahlte Energie zur Erzeugung des latenten Wärmebildes auf der Repliziervorrichtung, vorzugsweise auf der Replizieroberfläche, deutlich verringert ist. Entsprechend könnten leistungsschwächere und damit kostengünstigere Laser in der Vorrichtung verwendet werden.

Besonderer Vorteil von Vorrichtung und Verfahren ist es, von einer einzigen Matrize verschiedene, z.B. auch dokumentspezifische oder personenspezifische, Markierungen auf ein Substrat abformen zu können, wobei Teilbereiche dieser Matrize selektiv für den Abformvorgang aktiviert bzw. deaktiviert werden können.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des Verfahrens sowie Ausführungsbeispiele von Vorrichtungen zur Erzeugung einer Markierung anhand von Figuren beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1a ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Aufbringen einer Markierung auf einem Substrat in Schnittdarstellung,

Figur 1b das Temperaturprofil auf der Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung in Figur 1a in einem Koordinatensystem und eine zu dem Temperaturprofil korrespondierende Markierung in dem Substrat in Schnittdarstellung,

- Figur 2a das erste Ausführungsbeispiel der Vorrichtung in Figur 1a mit einer Abwandlung des Verfahrens in gleicher Darstellung wie in Figur 1a,
- Figur 2b das Temperaturprofil auf der Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung in Figur 2a und eine zu dem Temperaturprofil korrespondierende Markierung in dem Substrat in einer der Figur 1b ähnlichen Darstellung,
- Figur 3 die Wärmeverteilung in einem Ausschnitt der Repliziervorrichtung in Figur 1a bei der Belichtung mit dem Laserstrahl in einer schematischen Schnittdarstellung,
- Figur 4a,b schematische Darstellungen zur Veranschaulichung des Prinzips zur Erzeugung eines Negativ- bzw. Positivbilds,
- Figur 5a,b jeweils einen Ausschnitt der Oberfläche der Repliziervorrichtung in Fig. 1a und eine durch die Repliziervorrichtung erzeugte Markierung jeweils als Draufsicht in schematischer Darstellung,
- Figur 6a ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Aufbringen einer Markierung auf einem Substrat in gleicher Darstellung wie Figur 1a,
- Figur 6b das Temperaturprofil auf der Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung in Figur 6a und eine zu dem Temperaturprofil korrespondierende Markierung in dem Substrat in einer der Figur 1b ähnlichen Darstellung.

Die Figur 1a zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung den Aufbau eines Ausführungsbeispieles einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Markierung auf einem Substrat 43. Die Vorrichtung weist eine Replizierwalze 41 und eine als Gegendruckwalze

ausgebildete Gegendruckvorrichtung 42 auf, die zur Replizierwalze 41 achsparallel und senkrecht nach unten versetzt angeordnet ist. Zwischen Replizierwalze 41 und Gegendruckvorrichtung 42 ist das folienartige Substrat 43 in waagrechter Ausrichtung vorgesehen. Ein Laserstrahl 30 durchquert das Substrat 43 und trifft auf die Replizierwalze 41. Die Ausrichtung des Verlaufs des Laserstrahls wird im nachfolgenden noch näher beschrieben.

Die metallische oder metallisch ummantelte Replizierwalze 41 ist in Form eines Zylinders ausgebildet, wobei der entsprechende Zylindermantel als Replizieroberfläche mit Oberflächenstrukturierungen in Form von Diffraktionsprägestrukturen 46 ausgeführt ist. Die Diffraktionsprägestrukturen 46 weisen eine Tiefe von vorzugsweise nahezu 0 µm bis zu 20 µm auf und haben Linienabstände oder örtliche Frequenzen von 10 Linien pro Millimeter bis 4000 Linien pro Millimeter.

Die Replizierwalze 41 wird durch eine nicht dargestellte steuerbare innere, d.h. innen wirkende, Wärmequelle erwärmt, so dass der gesamte Bereich der Replizieroberfläche, der die Diffraktionsprägestrukturen 46 aufweist temperierbar ist.

Die Gegendruckvorrichtung 42 ist als Walze in Form eines Zylinders ausgebildet und besteht aus Gummi bzw. weist eine aus Gummi bestehende Ummantelung auf. Der entsprechende Zylindermantel bildet eine Gegendruckfläche, die mit der Replizieroberfläche der Replizierwalze 41 zusammenwirkt.

Das folienartige Substrat 43 weist eine in Figur 1a nach oben zur Replizierwalze 41 weisende Vorderfläche 103 und eine in Figur 1a nach unten zur Gegendruckvorrichtung 42 weisende Rückfläche 102 auf und ist als mehrschichtiger Verbund mit einer Dicke von weniger als 1 mm ausgebildet. Der mehrschichtige Verbund umfasst eine thermoplastische Schicht 51, eine Trägerfolie 50 und optional eine oder mehrere weitere, insbesondere verschiedene Schichten 52 wie z. B. Metallisierungsschichten, Interferenzschichten, Schutzlackschichten, Ablöseschichten, Trägermaterialsichten oder Kleberschichten.

Ein Pfeil 48 sowie ein Pfeil 49 zeigen die jeweiligen Drehrichtungen von der Replizierwalze 41 und der Gegendruckeinrichtung 42 an, wobei sich die Replizierwalze 41

in Fig. 1a im Uhrzeigersinn und die Gegendruckeinrichtung 42 gegen den Uhrzeigersinn drehen. Ein Pfeil 47 weist in die Vorschubrichtung des Substrats 43, das sich in Figur 1a nach links bewegt. Die Replizierwalze 41, das Substrat 43 und die Gegendruckvorrichtung 42 wirken derart zusammen, dass die Replizieroberfläche mit den Diffraktionsprägestrukturen 46 unter einem bestimmten, einstellbaren Druck während der Rotation der Replizierwalze 41 und der Gegendruckvorrichtung 42 auf das Substrat 43 gepresst wird. Der Kontaktbereich zwischen Replizierwalze 41, Gegendruckvorrichtung 42 und Substrat 43 bildet den Replizierspalt 53.

In Figur 1a ist der Laserstrahl 30 als schräg von rechts unten kommender Pfeil gezeigt. Der dargestellte Verlauf des Laserstrahls 30 beginnt in einem Bereich, der unterhalb des Substrats 43, d.h. auf der Seite der Rückfläche 102 des Substrats 43, und auf der substrateinlaufenden Seite der Vorrichtung angeordnet ist. Der Laserstrahl 30 ist auf die Replizierwalze 41 ausgerichtet, wobei der Laserstrahl 30 über den gesamten Verlauf außerhalb der Gegendruckvorrichtung 42 angeordnet ist. Der Laserstrahl 30 tritt durch die Rückfläche 102 in das Substrat 43 mit einem Eintrittswinkel von kleiner als  $30^\circ$  ein. Der Eintrittspunkt des Laserstrahls 30 in das Substrat 43 ist in Vorschubrichtung des Substrats 43 vor dem Replizierspalt 53 angeordnet. Der Eintrittswinkel wird gegen die Oberflächennormale des Substrats 43 am Eintrittspunkt gemessen. Der Laserstrahl 30 durchquert das Substrat 43, tritt durch die Vorderfläche 103 des Substrats 43 aus und trifft auf die Replizieroberfläche.

Auf der Replizieroberfläche sind Teilflächen als Replizieroberflächenabschnitte 70a,b gekennzeichnet. Es handelt sich um den mit dem Laserstrahl behandelten Bereich der Replizieroberfläche.

In der in Figur 1a gezeigten Stellung der Vorrichtung befindet sich ein erster Replizieroberflächenabschnitt 70a in Drehrichtung der Replizierwalze 41 in einer Position vor dem Einlauf in den Replizierspalt 53, und zwar in einer Position, in der der Replizieroberflächenabschnitt 70a von dem aus dem Substrat 43 austretenden Laserstrahl 30 gerade bestrahlt wird.

Während des Betriebs der Vorrichtung dreht sich die Replizierwalze 41 stetig im Uhrzeigersinn und der Replizieroberflächenabschnitt 70 a wird im weiteren Verlauf nach der Bestrahlung durch den Replizierspalt 53 geführt. Dort erfolgt die Abformung des bestrahlten Replizieroberflächenabschnitts 70 a als Markierung in das Substrat 43.

Der zweite Replizieroberflächenabschnitt 70 b befindet sich in der in Figur 1a gezeigten Stellung der Vorrichtung in Drehrichtung der Replizierwalze 41 in einem Bereich nach dem Replizierspalt 53. Dieser Replizieroberflächenabschnitt 70 b hat die Phasen der Bestrahlung vor dem Replizierspalt 53 und der Abformung im Replizierspalt 53 bereits durchlaufen. Die zu dem Replizieroberflächenabschnitt 70b korrespondierende, abgeformte Markierung 45 befindet sich entsprechend in einem Bereich des Substrats 43, der in Vorschubrichtung des Substrats 43 nach dem Replizierspalt 53 angeordnet ist.

Bei der anhand von Fig. 1a dargestellten Ausführung des Verfahrens wird die Replizieroberfläche durch die innere steuerbare Wärmequelle auf eine Temperatur gebracht, die innerhalb des Elastiktemperaturbereichs  $T_{\text{elast}}$  liegt.

Durch die zusätzlichen Energieeinträge mittels Laserstrahl 30 bei der Bestrahlung werden die Replizieroberflächenabschnitte 70 a, b weiter erwärmt. Durch die Kombination von dem Energieeintrag durch die Erwärmung mit der inneren Wärmequelle und dem zusätzlichen Energieeintrag durch die Bestrahlung mit dem Laserstrahl 30 bilden sich im Bereich der Replizieroberflächenabschnitte 70 a,b Wärmekombinationsbereiche aus. Diese Wärmekombinationsbereiche stellen latente Wärmebilder dar, die als einfache geometrische Form, wie z.B. Kreis, Mehreck, geschlossenes Polygon, aber auch als Buchstabe, Ziffer oder Symbol ausgebildet sein können.

Die Energieeinträge sind im Beispiel der Figur 1a derart bemessen, dass die Wärmekombinationsbereiche, d.h. die Replizieroberflächenabschnitte 70a,b, beim Kontakt mit dem Substrat 43 im Replizierspalt 53 eine Temperatur innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  aufweisen. Diese Bereiche werden dauerhaft verbleibend in das Substrat 43 abgeformt.

Die restlichen Bereiche auf der Replizieroberfläche weisen beim Kontakt mit dem Substrat 43 im Replizierspalt 53 Temperaturen unterhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$ , also im Elastiktemperaturbereich  $T_{\text{elast}}$  auf. Diese Bereiche werden nicht dauerhaft verbleibend in das Substrat 43 abgeformt.

Nach der Abformung im Replizierspalt 53 kann es erwünscht sein, dass das aktuelle latente Wärmebild gelöscht wird und die Replizieroberfläche in einen Zustand versetzt wird, so dass ein neues latentes Wärmebild eingebracht werden kann.

Für die Löschung des aktuellen latenten Wärmebilds ist in Drehrichtung der Replizierwalze 41 nach dem Replizierspalt 53 ein Kühlbereich vorgesehen. Die Replizieroberfläche durchläuft diesen Kühlbereich und wirkt mit einer in der Figur 1a nicht dargestellten Kühlvorrichtung zusammen. Die Replizieroberfläche wird dadurch auf eine Temperatur unterhalb des Temperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  abgekühlt.

Anschließend erfolgt erneut die Temperierung der Replizieroberfläche auf eine Temperatur innerhalb des Temperaturbereichs  $T_{\text{elast}}$ .

Die Löschung des latenten Wärmebilds erfolgt also durch eine gesteuerte Temperaturänderung der Replizieroberfläche.

Alternativ oder zusätzlich erfolgt die Löschung des latenten Wärmebilds selbstständig durch Wärmeleitung im Sinne eines Verlassens des latenten Wärmebilds.

Das Prinzip des Verfahrens zur Erzeugung einer Markierung 45 auf dem Substrat 43 wie es in Figur 1 a angewandt wird, soll anhand von Figur 1b nochmals verdeutlicht werden.

In der Figur 1b ist ein Koordinatensystem 20 abgebildet, das die Temperatur der Replizieroberfläche beim Durchgang durch den Replizierspalt 53 als Temperaturprofil T zeigt. Weiterhin ist in vergrößerter Schnittdarstellung der Bereich des Substrat 43 in Figur 1a gezeigt, der die zu dem Temperaturprofil T korrespondierende Markierung 45 trägt.

In dem Koordinatensystem 20 sind auf der vertikalen Y-Achse die Temperaturen der Replizieroberfläche während des Abformvorgangs im Replizierspalt 53 aufgetragen. Auf der horizontalen X-Achse des Koordinatensystems 20 sind die entsprechenden Positionen auf der Replizieroberfläche entlang des Umfangs der Replizierwalze 41 aufgetragen.

Die Temperaturskala auf der Y-Achse ist qualitativ in drei Bereiche unterteilt: Der erste Bereich ist der Elastiktemperaturbereich  $T_{\text{elast}}$ . Der darüber liegende Temperaturbereich mit höheren Temperaturen ist der Plastiktemperaturbereich  $T_{\text{plast}}$ . Der über diesem liegende dargestellte höchste Temperaturbereich ist der Fließtemperaturbereich  $T_{\text{fließ}}$ .

Zur Veranschaulichung der Auswirkungen der Temperatur auf der Replizieroberfläche während des Abformvorgangs auf das Ergebnis des Abformvorgangs ist unterhalb des Koordinatensystems 20 der zu dem Temperaturprofil T korrespondierende Ausschnitt des Substrats 43 dargestellt. Das Substrat 43 ist in seiner Längserstreckung parallel zur X-Achse des Koordinatensystems 20 ausgerichtet.

Das entlang der X-Achse dargestellte Temperaturprofil der Replizieroberfläche ist in drei Bereiche I, II, III unterteilt.

Im den Bereichen I und III weist die Replizieroberfläche beim Durchgang durch den Replizierspalt 53 Temperaturen innerhalb des Elastiktemperaturbereichs  $T_{\text{elast}}$  auf. Im Bereich II liegt die Temperatur beim Durchgang durch den Replizierspalt 53 innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$ .

Bei dem Kontakt der Replizieroberfläche mit dem Substrat 43 werden in dem Bereich I die Strukturen in das Substrat 43 als elastische Verformungen eingebracht. Nach Trennung von Replizieroberfläche und Substrat 43 nimmt das Substrat 43 in diesen Bereichen elastisch federnd wieder seine ursprüngliche Form ein und es verbleiben keine Oberflächenstrukturierungen im Substrat 43.

Im Bereich II wird beim Kontakt der Replizieroberfläche mit dem Substrat 43 eine dauerhaft verbleibende Markierung in das Substrat 43 abgeformt. Die in Figur 1b dargestellte Markierung entspricht der Markierung 45 in Figur 1a.

Im Bereich III wird analog zu dem Bereich I beim Kontakt der Replizieroberfläche mit dem Substrat 43 keine Oberflächenstrukturierung im Substrat 43 erzeugt.

Durch das in Figur 1a und 1b dargestellte Verfahren wird eine Markierung 45 auf dem Substrat 43 erzeugt, bei dem nur die mit dem Laserstrahl 30 bestrahlten Replizieroberflächenabschnitte 70a,b, also die Wärmekombinationsbereiche, abgeformt sind. Eine derart gebildete Markierung 45 wird im weiteren auch als Positivbild bezeichnet.

Nachfolgend wird ein zeitabhängiger Nebeneffekt des anhand der Figuren 1a,b dargestellten Verfahrens und dessen Kompensation beschrieben:

In Figur 1 a erfolgt der Energieeintrag in den Replizieroberflächenabschnitt 70 a mittels Laserstrahl 30 in einem Bereich auf der rotierenden Replizierwalze 41 vor dem Replizierspalt und zwar in einer Position, die zu dem Replizierspalt 53 einen Drehwinkelabstand von ungefähr  $20^\circ$  aufweist. Aus dem räumlichen Abstand zwischen Bestrahlungsposition und Abformposition resultiert ein zeitlicher Abstand zwischen Bestrahlungsvorgang und Abformvorgang.

Der zeitliche Abstand führt zu Wärmeverlusten (Energieverlusten) in den Wärmekombinationsbereichen, z. B. aufgrund von Wärmeleitung. Im Extremfall kann dieser Effekt dazu führen, dass die Wärmekombinationsbereiche im Replizierspalt 53 eine Temperatur unterhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  aufweisen.

Zur Kompensation der Wärmeverluste wird der Energieeintrag durch den Laserstrahl 30 entsprechend erhöht, so dass in den Wärmekombinationsbereichen eine Temperatur innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  beim Durchgang durch den Replizierspalt 53 sichergestellt ist. Die Erhöhung kann derart bemessen sein, dass die



Wärmekombinationsbereiche nach der Bestrahlung zunächst eine Temperatur innerhalb des Fließtemperaturbereichs  $T_{\text{fließ}}$  aufweisen und bis zum Erreichen des Replizierspalts 53 auf eine Temperatur innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  abgekühlt sind.

Der geschilderte Nebeneffekt kann nicht nur in Zusammenhang mit der Temperatur oder dem Temperaturbereich  $T_{\text{plast}}$ , sondern auch analog oder ähnlich bei anderen Temperaturen oder Temperaturbereichen, z.B.  $T_{\text{fließ}}$ ,  $T_{\text{elast}}$  auftreten. Die Kompensation kann analog zu dem oben geschilderten Vorgehen erfolgen.

In Figur 2a ist das gleiche Ausführungsbeispiel der Vorrichtung wie in Fig. 1a mit einer zweiten Ausführung des Verfahrens dargestellt, wobei der Unterschied zwischen den Ausführungen des Verfahrens in der Temperaturführung liegt.

Bei dem in Figur 2a dargestellten Verfahren wird die Replizieroberfläche durch die innere, steuerbare Wärmequelle auf eine Temperatur gebracht, die innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  liegt.

Durch den zusätzlichen Energieeintrag mittels Laserstrahl 30 werden die bestrahlten Replizieroberflächenabschnitte 70 a, b weiter erwärmt. Die Energieeinträge sind derart bemessen, dass die Replizieroberflächenabschnitte 70a,b beim Kontakt mit dem Substrat 43 im Replizierspalt 53 eine Temperatur innerhalb des Fließtemperaturbereichs  $T_{\text{fließ}}$  aufweisen.

Nur die nicht-bestrahlten Bereiche weisen beim Kontakt mit dem Substrat 43 im Replizierspalt 53 eine Temperatur im Temperaturbereich  $T_{\text{plast}}$  auf, die bestrahlten Bereiche haben dort eine Temperatur innerhalb des Temperaturbereichs  $T_{\text{fließ}}$ .

Bei dieser zweiten Ausführung des Verfahrens werden nur die Bereiche der Replizieroberfläche abgeformt, die komplementär zu den mit dem Laserstrahl 30 bestrahlten Replizieroberflächenabschnitten 70a,b, also komplementär zu den Wärmekombinationsbereichen sind.

Die Löschung eines derart erzeugten latenten Wärmebilds auf der Replizieroberfläche kann analog zu der in Zusammenhang mit Figur 1a beschriebenen Löschung erfolgen.

Das Prinzip der Ausführung des Verfahrens gemäß Figur 2a ist in Figur 2b nochmals schematisch in der gleichen Darstellung wie Figur 1b veranschaulicht, wobei also der Temperaturverlauf T anders als in Figur 1b ausgebildet ist.

Das Temperaturprofil T in Figur 2b der Replizieroberfläche beim Durchgang durch den Replizierspalt 53 befindet sich in den Bereichen I und III im Plastiktemperaturbereich  $T_{\text{plast}}$ , wohingegen im Bereich II die Temperatur innerhalb des Fließtemperaturbereich  $T_{\text{fließ}}$  liegt.

Im Bereich I wird beim Kontakt der Replizieroberfläche mit dem Substrat 43 eine dauerhaft verbleibende Markierung in das Substrat 43 abgeformt.

Bei dem Kontakt der Replizieroberfläche mit dem Substrat 43 werden in dem Bereich II die Strukturen in das Substrat 43 zunächst als plastische Verformungen eingebracht. Nach Trennung von Replizieroberfläche und Substrat 43 beginnt das Substratmaterial zu fließen, so dass die eingebrachten Oberflächenstrukturierungen im Substrat 43 nicht dauerhaft verbleiben.

Im Bereich III wird analog zu dem Bereich I beim Kontakt der Replizieroberfläche mit dem Substrat 43 eine Oberflächenstrukturierung im Substrat 43 erzeugt.

Das Substrat 43 in Figur 2b weist in zu den Bereichen I und III korrespondierenden Bereichen eine Oberflächenstrukturierung auf, wohingegen in einem zu dem Bereich II korrespondierenden Bereich das Oberflächenprofil quasi wieder ausgeheilt ist und die Oberfläche nahezu eben ist, bzw. eine stochastische Struktur aufweist. In jedem Fall sind die Bereiche II und die Bereiche I und III visuell unterscheidbar.

Durch das in Figur 2a und 2b dargestellte Verfahren wird eine Markierung 45 auf dem Substrat 43 erzeugt, bei dem nur die Bereiche abgeformt sind, die nicht mit dem

Laserstrahl 30 bestrahlt worden sind. Derartige Markierungen werden nachfolgend auch als Negativbild bezeichnet.

Die Figur 3 ist eine Schnittdarstellung einer Repliziervorrichtung 35, die der Replizierwalze 41 in Fig. 1a entspricht. Die Repliziervorrichtung 35 ist an ihrer Replizieroberfläche mit Oberflächenstrukturierungen 36 versehen. Durch Isothermen 32 ist die Wärmeverteilung in der Repliziervorrichtung im Bereich der Oberflächenstrukturierung 36 veranschaulicht. Zur Vereinfachung sind nur drei Isothermen 32 gezeigt, die Bereiche mit verschiedenen Temperaturen  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  voneinander abgrenzen. Weiterhin ist der Laserstrahl 30 dargestellt, der auf die Replizieroberfläche mit der Oberflächenstrukturierung 36 gerichtet ist und auf diese auftrifft sowie eine schematische Kennzeichnung des Absorptionsvolumens 31.

Die Repliziervorrichtung 35 wird in einem ersten Verfahrensschritt in der Nähe der Replizieroberfläche mit der Oberflächenstrukturierung 36 durch die steuerbare Wärmequelle in den hier gezeigten Bereichen I, II und III auf eine erste Temperatur  $T_1$  eingestellt.

Im nächsten Verfahrensschritt, der sich aber auch zeitlich mit dem ersten Verfahrensschritt überlappen kann, wird die Repliziervorrichtung 35 im Bereich II mit dem Laserstrahl 30 belichtet. Hierbei wird der Laserstrahl 30 an der Replizieroberfläche mit der Oberflächenstrukturierung 36 in einem Absorptionsvolumen 31 absorbiert. Der Energieeintrag in dem Absorptionsvolumen 31 bewirkt, dass sich das Absorptionsvolumen ausgehend von der Temperatur  $T_1$  weiter bis auf eine Temperatur  $T_3$  erhöht. Durch Wärmeleitung verschiebt sich der Temperaturbereich  $T_1$  weiter in die Repliziervorrichtung hinein und es ergibt sich eine Wärmeverteilung wie in Figur 3 dargestellt. Abhängig von der Anfangstemperatur  $T_1$  und dem Energieeintrag sowie der Position und der Ausdehnung des Laserstrahls 30 kann ein Temperaturprofil gemäß Figur 1b für ein Positivbild oder ein Temperaturprofil gemäß Figur 2b für ein Negativbild auf der Replizieroberfläche erzeugt werden.

In Figuren 4a,b ist das Prinzip dargestellt wie durch verschiedene Ausführungen des Verfahrens ein individualisiertes Sicherheitsmerkmal erzeugt werden kann. Links ist jeweils in der Draufsicht ein Teilbereich einer Replizieroberfläche wie z.B. aus der Replizierwalze 41 aus Fig. 1a mit einer strukturierten Oberfläche 2 gezeigt. Rechts ist in Draufsicht ein Ausschnitt 4 aus einem Substrat nach dem Abformvorgang wie z.B. aus dem Substrat 43 in Fig. 1a dargestellt.

In Fig. 4a weist die k-förmige Teilfläche 3 der Oberfläche 2 eine Temperatur  $T$  auf, die innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  des Substrats liegt. Außerhalb dieses Bereichs weist die Oberfläche 2 eine Temperatur auf, die außerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$  liegt. Bei einem Abformvorgang mit dieser Temperaturverteilung entsteht auf einem Substrat 43 ein Positivbild 5, dessen spiegelbildliche k-förmige Fläche mit dem Abdruck der Oberflächenstrukturierungen der strukturierten Oberfläche 2 gefüllt ist.

In Fig. 4b hat die k-förmige Fläche eine Temperatur  $T$  außerhalb und die Restbereiche der Oberfläche 2 eine Temperatur  $T$  innerhalb des Plastiktemperaturbereichs  $T_{\text{plast}}$ . Der bei einem Abformvorgang aus dieser Temperaturverteilung resultierende dauerhaft verbleibende Abdruck auf das Substrat 43 ist ein Negativbild 6, wobei die Bereiche, die komplementär zu der spiegelbildlichen k-förmigen Fläche sind, mit dem Abdruck der Oberflächenstrukturierungen der strukturierten Oberfläche 2 gefüllt sind.

In Figur 5 a ist ein Ausschnitt der Replizieroberfläche der Replizierwalze 41 in Fig. 1a mit einer Diffraktionsprägestruktur 46 gezeigt, die in verschiedene Teilbereiche unterteilt ist. Diese Teilbereiche sind aus einer begrenzten Anzahl von Diffraktionsmustern gebildet worden, die sich hinsichtlich der Spatialfrequenz, der Relieftiefe, des Azimuts, der Krümmung des Gitters, der Profilform bzw. anderen Parametern unterscheiden. In der Darstellung in Fig. 5a sind stellvertretend für die vielen Möglichkeiten Teilbereiche mit drei verschiedenen Diffraktionsmustern, insbesondere mit unterschiedlichem Azimut, gezeigt, nämlich 80, 81 und 82. Jeder Teilbereich 80, 81, 82 weist jeweils nur ein Diffraktionsmuster auf. Diese unterschiedlichen Teilbereiche 80, 81, 82 sind regelmäßig alternierend als Pixel angeordnet. Vorzugsweise sind die Teilbereiche 80, 81, 82 als

abgegrenzte Flächenfelder mit quadratischer Kontur z.B. mit Seitenlängen kleiner gleich 0,3 mm ausgebildet. Durch das vorgestellte Verfahren ist es nun möglich durch Belichtung mit Strahlung, insbesondere Laserstrahlung, Teilbereiche 80, 81, 82 für die Übertragung von der Replizierwalze auf das Substrat zu aktivieren oder zu deaktivieren, um bei einem Repliziervorgang ein Positiv- oder ein Negativbild zu erzeugen. Ein derartig erzeugtes Bild 85 weist Teilbereichsabformungen 80', 81', 82' der Teilbereiche 80, 81, 82 auf.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wurden die Teilbereiche 80, 81, 82 der Diffraktionsprägestruktur 46 durch die Wärmeverteilung in der Repliziervorrichtung derart selektiert, dass in dem Bild 85 Bildbereiche 86, 87, 88 entstehen, die jeweils nur eine Art von Diffraktionsmustern aufweisen, d.h. jeweils nur aus einer Art von Teilbereichsabformungen 80', 81', 82' gebildet werden, nämlich der Bildbereich 86 ausschließlich aus Teilbereichsabformungen 81', der Bildbereich 87 ausschließlich aus Teilbereichsabformungen 82' und der Bildbereich 88 ausschließlich aus Teilbereichsabformungen 80'. Bei der Betrachtung des Bildes 85 erscheinen diese aus einzelnen separaten Teilbereichsabformungen bestehenden Bildbereiche 86, 87, 88 als vollflächige, homogene Bildbereiche wie sie von konventionell erzeugten Bildern bekannt sind, mit dem Unterschied, dass die Bildbereiche 86, 87, 88 besondere optische Eigenschaften, z.B. holographische Eigenschaften aufweisen.

Die Figur 5b zeigt auf der linken Seite in ähnlicher Darstellung wie Figur 5a einen anderen Ausschnitt der Replizieroberfläche der Replizierwalze 41 in Figur 1a mit einer Diffraktionsprägestruktur 46. Die Diffraktionsprägestruktur weist wieder unterschiedliche Teilbereiche 80, 81, 82 auf. Auf der rechten Seite von Figur 5 b ist ein anderes nach der Selektion und der Abformung von Teilbereichen 80, 81, 82 nach dem vorgestellten Verfahren entstandenes Bild 95 schematisch dargestellt. Das Bild 95 weist Bildbereiche 96, 98 und Bildbereiche 97, 99 auf. Die Bildbereiche 96, 98 sind jeweils in Form einer Ziffer und zwar 1 bzw. 5 ausgebildet und mit Teilbereichsabformungen einer einzigen Art, nämlich der Teilbereichsabformung 82', ausgefüllt. Die Bildbereiche 97, 99 sind dagegen als Buchstaben A und D ausgebildet und bestehen aus einer Vielzahl von Teilbereichsabformungen 81'. Die Teilbereichsabformungen 81' und 82' in Figur 5 b unterscheiden sich durch die Anordnung, insbesondere die azimuthalen Ausrichtung, der Beugungsgitter, wobei in Figur 5 b die Beugungsgitter bei der Teilbereichsabformung 82'

liegend und bei der Teilbereichsabformung 81' stehend angeordnet sind. Die unterschiedliche Anordnung der Beugungsgitter führt zu einem winkelabhängigen Beugungseffekt, so dass die Bildbereiche 96, 98 und 97, 99 neben ihrer geometrischen Information, Ziffer bzw. Buchstabe, zusätzlich noch eine holographische Information tragen. Bei dem Bild 95 werden unter einem ersten Betrachtungswinkel nur die ersten Zeichen 96, 98 und unter einem zweiten Betrachtungswinkel nur die zweiten Zeichen 97, 99 sichtbar.

In der Figur 6a ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Markierung in der gleichen Darstellung wie die Vorrichtung in Figur 1a gezeigt. Die in Figur 6a dargestellte Vorrichtung weist analog zu der Vorrichtung in Figur 1a eine Anordnung mit einer Replizierwalze 41, einem Substrat 43 sowie einer Gegendruckvorrichtung 42 auf. In der Figur 6a ist jedoch die Gegendruckvorrichtung 42 und die Anordnung und der Verlauf des Laserstrahls 30 abweichend zu Figur 1a ausgeführt. Das in Zusammenhang mit Figur 1b bereits beschriebene Prinzip des Verfahrens ist nochmals in Figur 6b veranschaulicht.

In dem Ausführungsbeispiel in Figur 6a ist die Gegendruckvorrichtung 42 als Hohlzylinder mit einem Hohlraum 101 und einer Zylinderwand 100 ausgeführt, wobei die Außenseite der Zylinderwand 100 als Gegendruckfläche ausgebildet ist. Die Innenfläche der Zylinderwand 100 ist konzentrisch zu der Gegendruckfläche angeordnet. Die Zylinderwand 100 besteht aus einem für die Strahlung transparenten Material, z.B. Glas oder Kunststoff.

Der Laserstrahl 30 ist ausgehend von dem Hohlraum 101 auf die Replizierwalze 41 gerichtet. Der Laserstrahl 30 dringt ausgehend von dem Hohlraum 101 durch die Innenfläche in die Zylinderwand 100 ein, durchquert die Zylinderwand 100 und tritt durch die Gegendruckfläche aus der Zylinderwand 100 aus. Im weiteren Verlauf durchquert der Laserstrahl 30 das Substrat 43. Nach Austritt aus dem Substrat 43 bestrahlt der Laserstrahl 30 einen Replizieroberflächenabschnitt 70 a, der im Bereich des Replizierspalts 53 angeordnet ist. Ein Wärmekombinationsbereich wird bei diesem Ausführungsbeispiel also erst unmittelbar im Bereich des Replizierspalts 53 gebildet.

Bei weiteren Ausführungsformen sind Teile einer Laserquelle oder eine gesamte Laserquelle, z.B. ein Diodenlaser, in der Replizierwalze 41 integriert oder die Zuführung des Laserstrahls 30 in den Hohlraum 101 erfolgt z. B. über einen oder mehrere Lichtwellenleiter oder über eine offene, coaxial zur Replizierwalze 41 verlaufende Strahlführung. Außerdem können Strahlführungseinrichtungen oder Strahlformungseinrichtungen, z.B. Scannereinrichtungen, in der Replizierwalze 41 vorgesehen sein.

Das Verfahren zur Erzeugung einer Markierung und die Steuerung des Laserstrahls 30 sowie konstruktive oder funktionelle Ausgestaltungen sind analog zu den Ausführungen zu dem ersten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung in Figur 1a ausgebildet, so dass es auch mit der Vorrichtung in Figur 6a möglich ist Positiv- und Negativbilder zu erzeugen.

Leonhard Kurz GmbH & Co. KG, Schwabacher Str. 482, 90763 Fürth

---

Patentansprüche

---

1. Verfahren zur Erzeugung einer Markierung (45), z.B. Ziffern, Buchstaben, Flächenmuster, Flächenbilder oder Dekor, auf einem Substrat (43), vorzugsweise einer Folie, insbesondere Transferfolie,

wobei von einer steuerbaren Energiequelle Energie in Form von Strahlung, vorzugsweise Laserstrahlung (30), in eine Replizieroberfläche einer Repliziervorrichtung (41) zur Ausbildung von mindestens einem Abformbereich eingebracht wird,

wobei der Abformbereich der Replizieroberfläche auf das Substrat (43) abgeformt wird, indem die Repliziervorrichtung (41) das Substrat (43) unter Druck kontaktiert,

dadurch gekennzeichnet,

dass unter Verwendung einer zusätzlichen steuerbaren Energiequelle die Replizieroberfläche zumindest in einem Teilbereich temperiert wird,

dass in die Replizieroberfläche ein Energieeintrag durch Strahlung der Strahlungsquelle und ein Energieeintrag der zusätzlichen steuerbaren Energiequelle eingebracht wird, so dass mindestens ein Abschnitt der Replizieroberfläche als Wärmekombinationsbereich ausgebildet wird,

dass der Abformbereich auf dem Substrat abgeformt wird, wobei der als Wärmekombinationsbereich ausgebildete Abschnitt der Replizieroberfläche den Abformbereich unmittelbar und/oder mittelbar bildet.



2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für den Zeitpunkt des Abformvorgangs die Temperatur der  
Replizieroberfläche außerhalb des Wärmekombinationsbereichs auf eine  
Temperatur oder einen Temperaturbereich im Plastiktemperaturbereich des  
Substrats eingestellt wird und die Temperatur der Replizieroberfläche innerhalb des  
Wärmekombinationsbereichs auf eine Temperatur oder einen Temperaturbereich  
im Fließtemperaturbereich des Substrats eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für den Zeitpunkt des Abformvorgangs die Temperatur der  
Replizieroberfläche außerhalb des Wärmekombinationsbereichs auf eine  
Temperatur oder einen Temperaturbereich im Elastiktemperaturbereich des  
Substrats eingestellt wird und die Temperatur der Replizieroberfläche innerhalb des  
Wärmekombinationsbereichs auf eine Temperatur oder einen Temperaturbereich  
im Plastiktemperaturbereich des Substrats eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zur Ausbildung des mindestens einen Abformbereichs eingebrachte  
Strahlung durch das Substrat (43), vorzugsweise außerhalb der  
Repliziervorrichtung oder durch die Repliziervorrichtung hindurch, zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Repliziervorrichtung eine auf ihrer Außenseite die Replizieroberfläche  
aufweisende rotierende Replizierwalze (41) eingesetzt wird und dass die Strahlung  
in die Replizieroberfläche der Replizierwalze eingebracht wird bevor und/oder  
während der daraus resultierende Wärmekombinationsbereich mit dem Substrat

(43) zum Abformen kontaktiert.

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine mit der Replizierwalze (41) zusammenwirkende Gegendruckvorrichtung, vorzugsweise eine Gegendruckwalze (42), eingesetzt wird und die Strahlung zur Ausbildung des mindestens einen Abformbereichs durch die Gegendruckvorrichtung (42) oder Teile der Gegendruckvorrichtung (42) in die Replizieroberfläche der Replizierwalze (41) zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Einbringung der Strahlung in die Replizieroberfläche der Replizierwalze (41) an einer ersten Winkelposition der Replizierwalze (41) und der Abformvorgang durch Kontakt der Replizieroberfläche der Replizierwalze (41) mit dem Substrat (43) an einer zweiten Winkelposition der Replizierwalze (41) erfolgt, wobei in Drehrichtung der Replizierwalze (41) zwischen erster Winkelposition und zweiter Winkelposition ein Zwischenwinkel von kleiner als  $30^\circ$ , insbesondere kleiner als  $5^\circ$  eingestellt ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Strahlung flächig und/oder punktförmig sequentiell auf die Replizieroberfläche z.B. auf die Replizieroberfläche der Replizierwalze (41) einwirkt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Position des Auftreffpunkts der Strahlung auf der Replizieroberfläche durch ein- oder mehrdimensionale Bewegung der Strahlung steuerbar ist und/oder dass die Flächenleistungsdichte der Strahlung im Auftreffpunkt der Strahlung auf

der Replizieroberfläche steuerbar ist.

10. Verfahren nach Anspruch 5 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Steuersequenz zur Ansteuerung der Strahlung erzeugenden Einrichtung  
sich über mehr als eine Umdrehung der Replizierwalze (41) erstreckt.

11. Vorrichtung, vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens nach einem der  
vorhergehenden Ansprüche,  
zur Erzeugung einer Markierung (45), z.B. Ziffern, Buchstaben, Flächenmuster,  
Flächenbilder oder Dekor, auf einem Substrat (43), vorzugsweise einer Folie,  
insbesondere Transferfolie,

mit einer Repliziervorrichtung (41), die eine Replizieroberfläche aufweist,

mit einer Strahlung (30) erzeugenden Einrichtung, vorzugsweise einer  
Laseranlage, wobei die Strahlung (30) zur Ausbildung von mindestens einem  
Abformbereich auf mindestens einen Abschnitt (70a,b) der Replizieroberfläche  
gerichtet ist, und

mit einer Gegendruckvorrichtung (42), die eine Gegendruckfläche aufweist, wobei  
das Substrat (43) zwischen der Replizieroberfläche der Repliziervorrichtung (41)  
und der Gegendruckfläche der Gegendruckvorrichtung (42) angeordnet ist, um in  
einem Kontaktbereich (53) zwischen der Replizieroberfläche und dem Substrat (43)  
den Abformbereich auf das Substrat (43) abzuformen,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Replizieroberfläche auf einer Außenseite einer Replizierwalze (41)  
ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Position in der die Strahlung während des Bestrahlungsvorgangs auf den Abschnitt der Replizieroberfläche einwirkt und die Position des Kontaktbereichs zwischen der Replizieroberfläche und dem Substrat (43) überlappend und/oder in Drehrichtung der Replizierwalze (41) mit einem Distanzwinkel von betragsmäßig kleiner als  $30^\circ$  angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Strahlung (30) zur Ausbildung des mindestens einen Abformbereichs durch die Gegendruckvorrichtung (42) oder Teile der Gegendruckvorrichtung (42) zugeführt ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gegendruckvorrichtung (42), vorzugsweise im Bereich der Gegendruckfläche, für die Strahlung (30) transparent ausgebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gegendruckvorrichtung als Gegendruckwalze (42) ausgebildet ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gegendruckvorrichtung (42) vollständig oder abschnittsweise als Hohlkörper, vorzugsweise Hohlzylinder, insbesondere als Glashohlzylinder, vorzugsweise mit einer zur Gegendruckfläche parallelen und/oder konzentrischen Innenfläche und insbesondere mit einer für die Strahlung transparenten Zylinderwand (100) ausgebildet ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die die Strahlung (30) erzeugende Einrichtung und/oder eine  
Strahlumlenkeinheit innerhalb der Gegendruckvorrichtung (42) oder innerhalb der  
Replizierwalze (41) angeordnet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Strahlung (30) zur Ausbildung der Abformbereiche durch das Substrat (43)  
zugeführt wird.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine die Replizieroberfläche temperierende Vorrichtung, z.B. eine  
Heizvorrichtung und/oder Kühlvorrichtung zur Heizung oder Kühlung der  
Replizieroberfläche, insbesondere von Teilbereichen der Replizieroberfläche,  
vorgesehen ist, die vorzugsweise als Gebläse, Gasstromkühlung, Kühlwalze, Heiz-  
Lasereinrichtung, induktive Heizeinrichtung, Widerstandsheizung oder als  
Wärmestrahlung erzeugende Einrichtung ausgebildet ist.

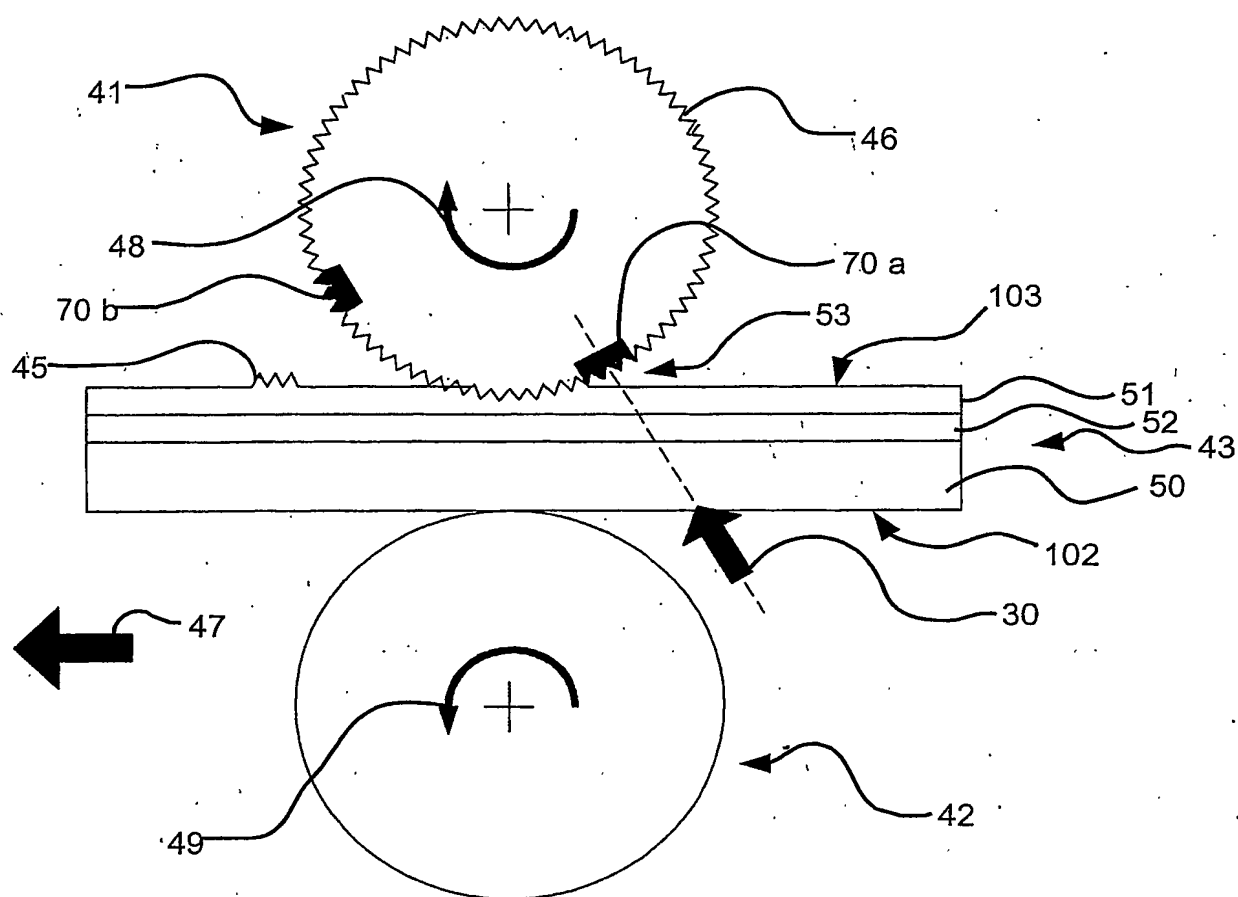


Fig. 1a

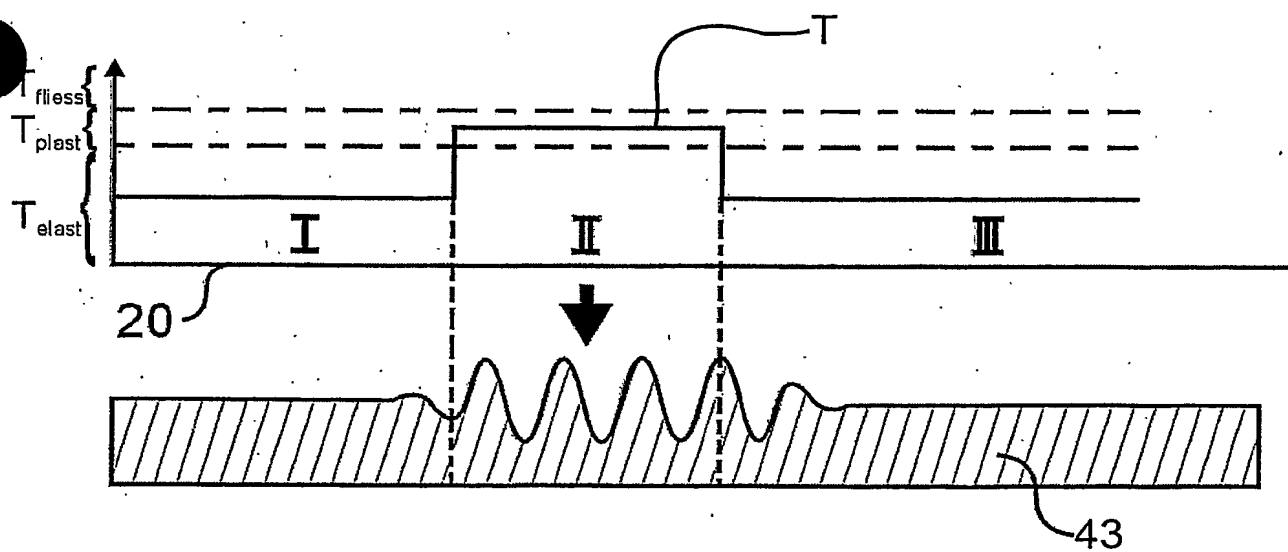


Fig. 1b

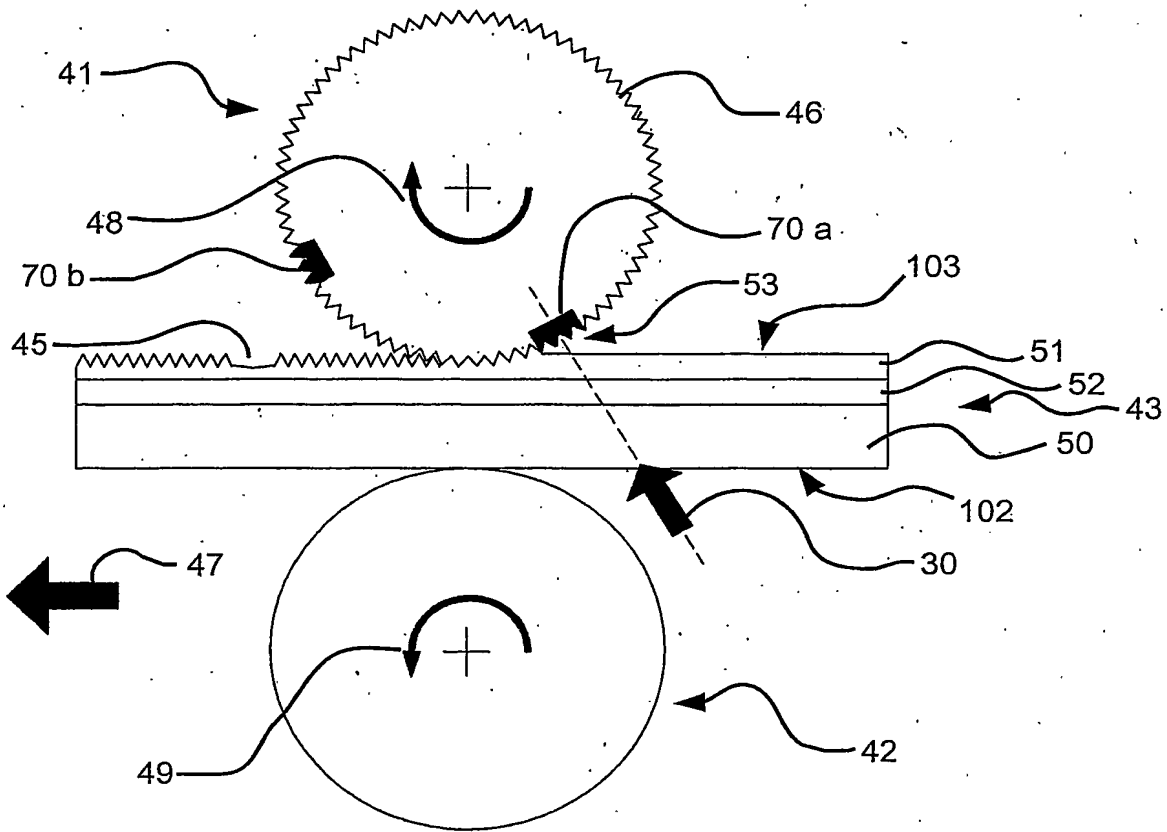


Fig. 2a

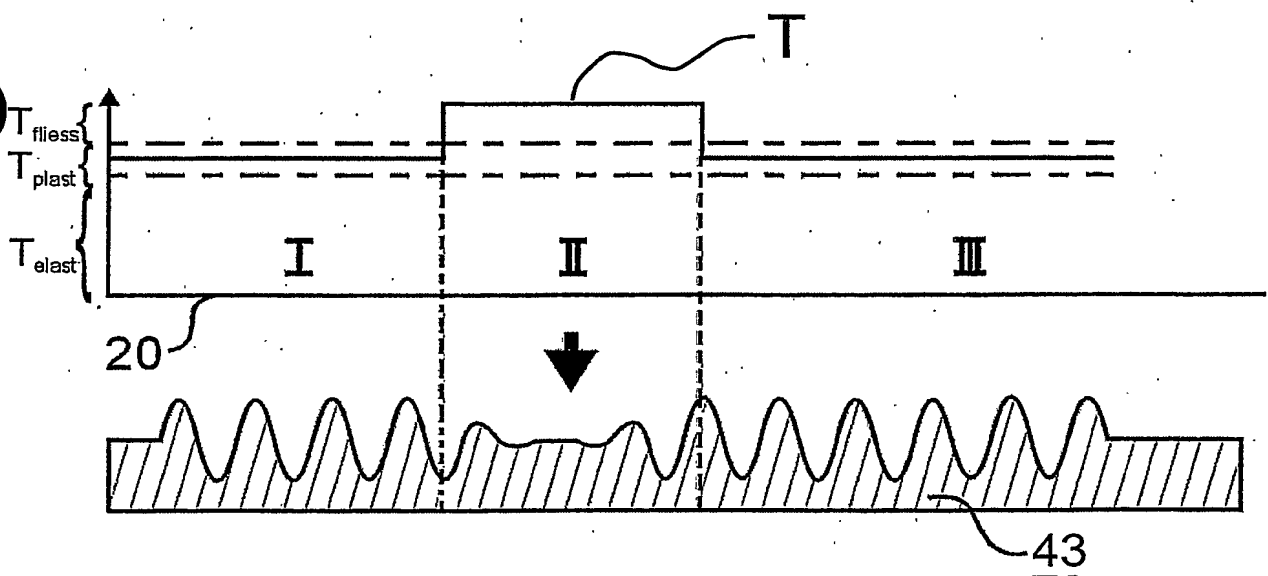


Fig. 2b

Fig. 3

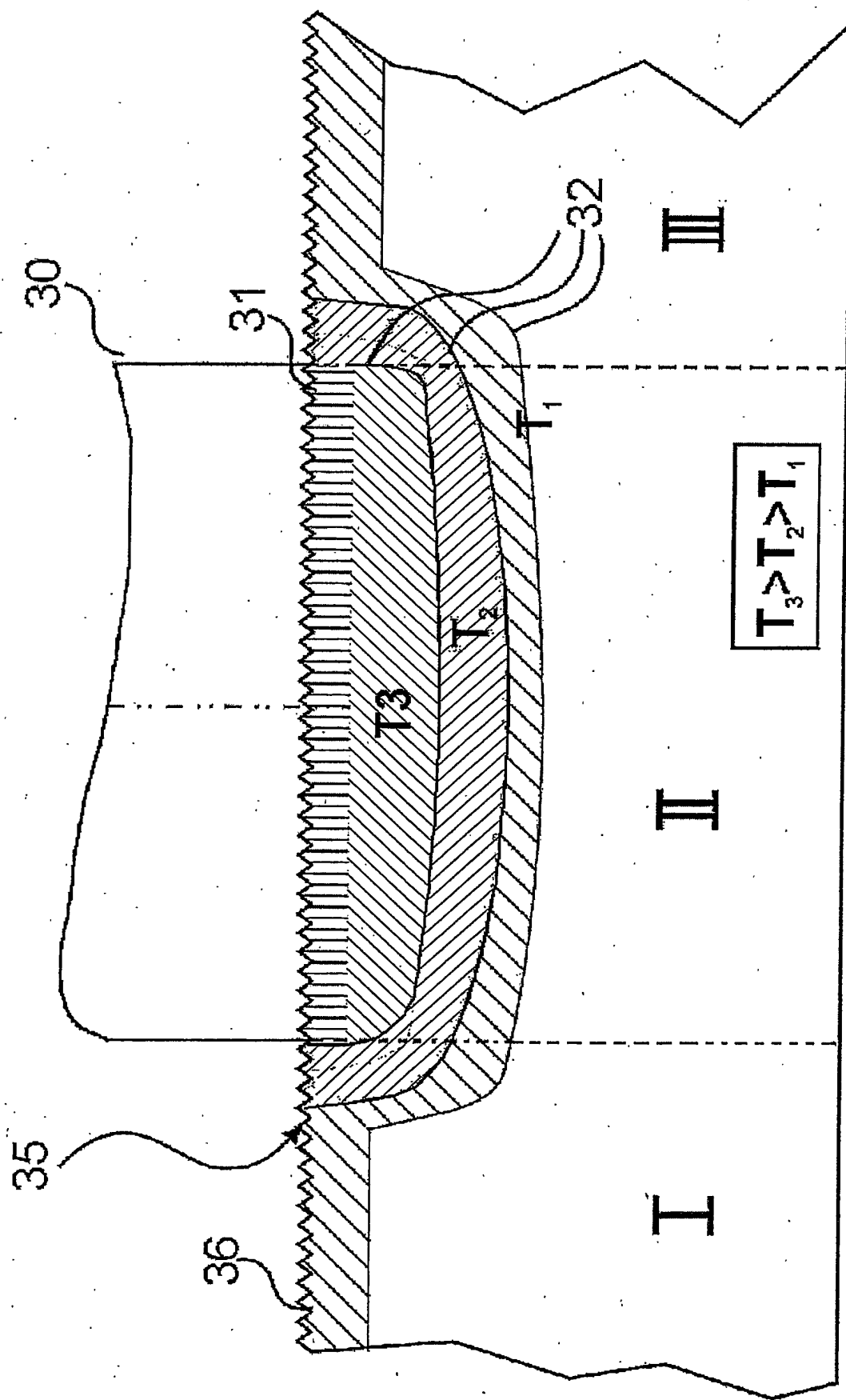




Fig. 4a

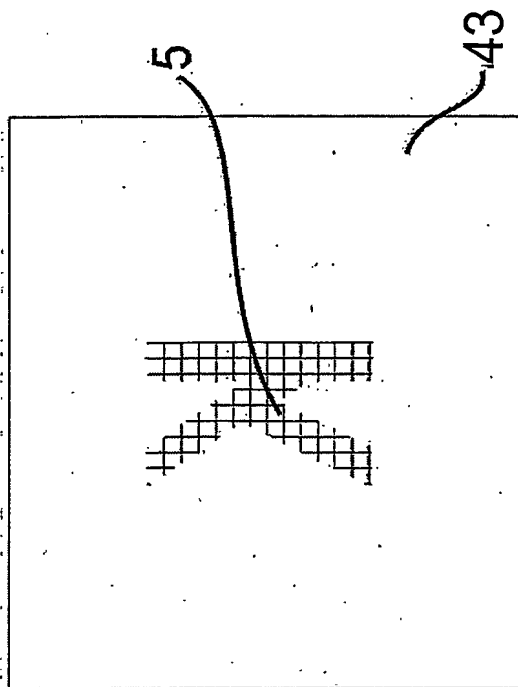
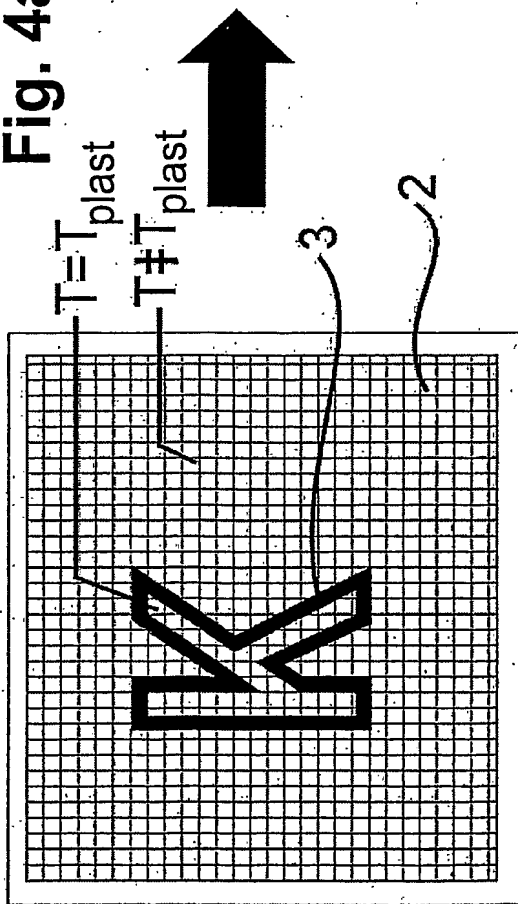


Fig. 4b

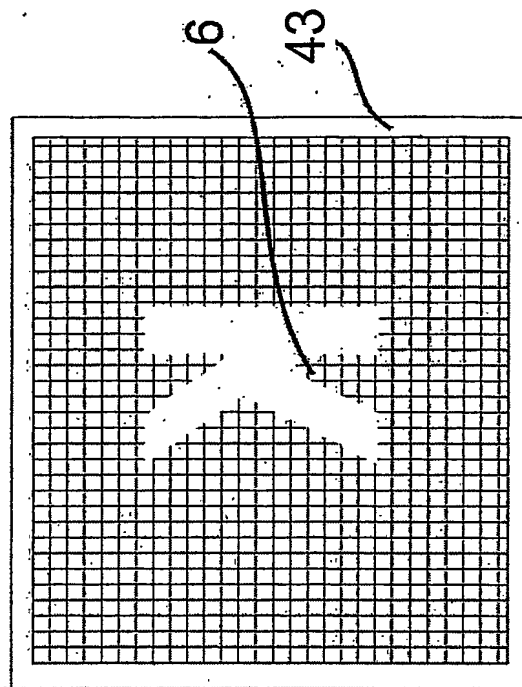
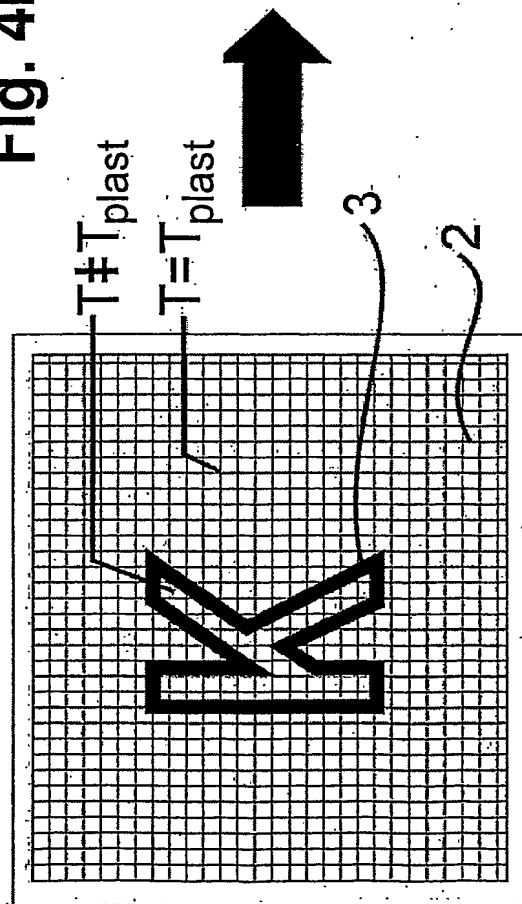
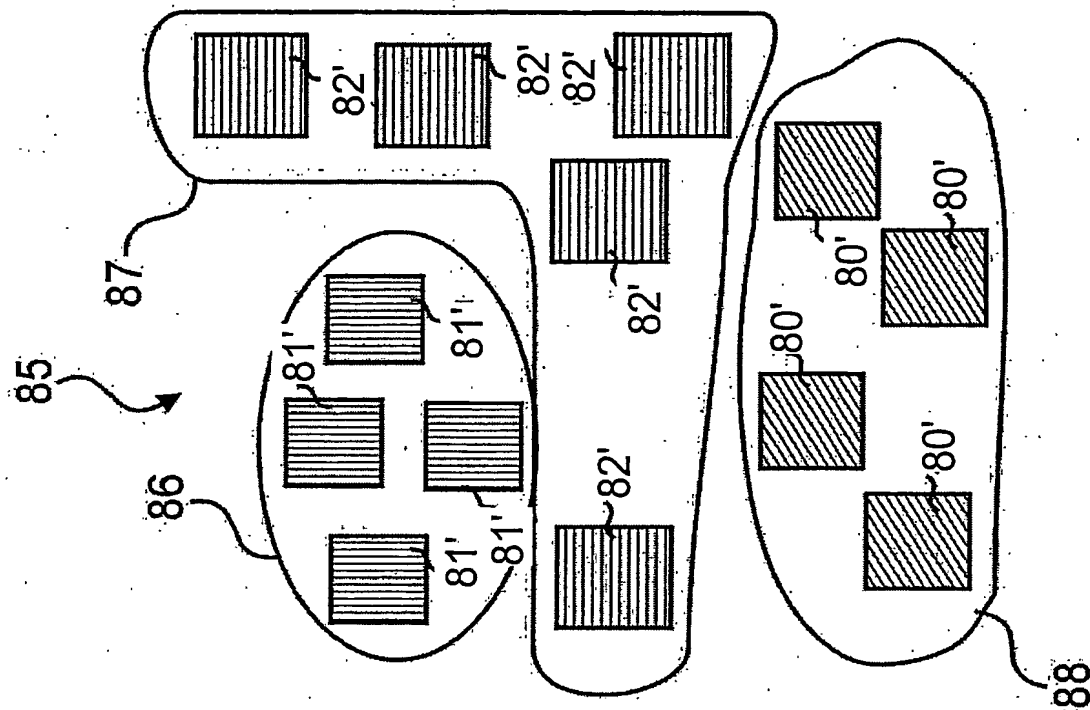
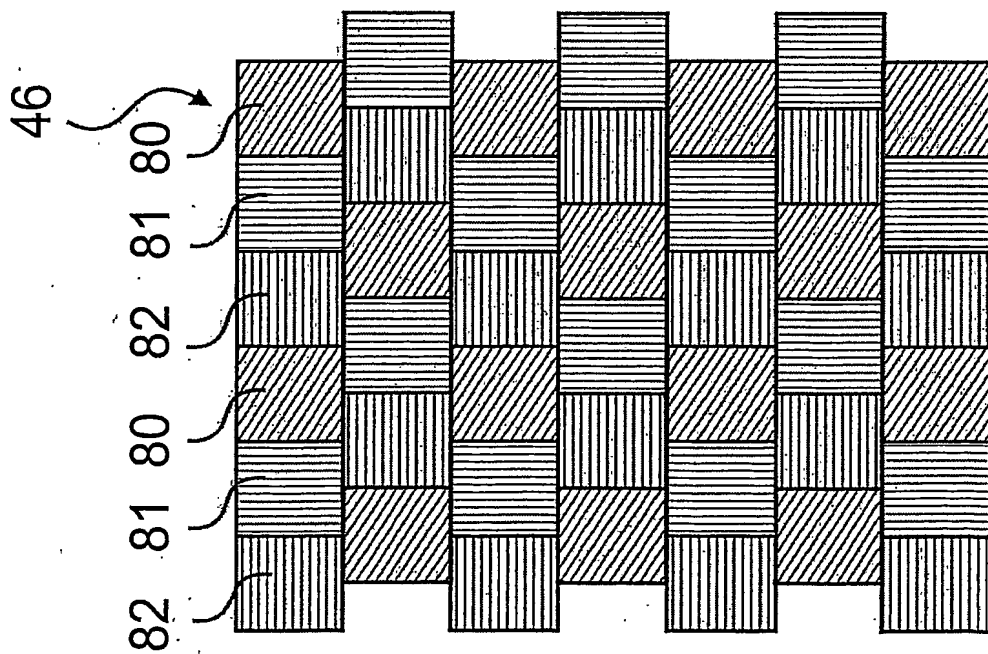


Fig. 5a



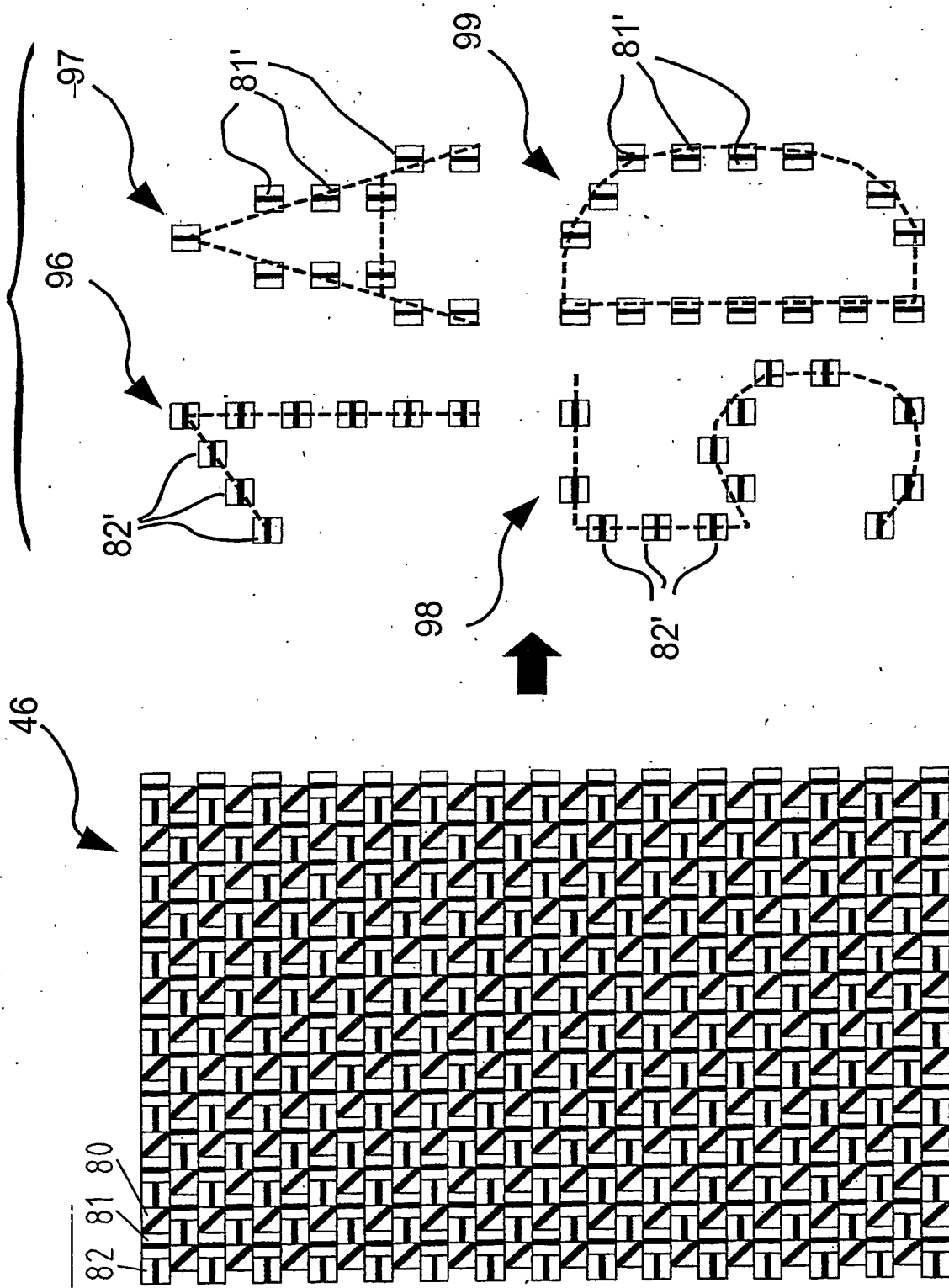


Fig. 5 b

